UNIVERSITE D'ALGER

FACULTE DES SCIENCES D'ALGER

Année 1942 — N° 4

CONTRIBUTION A L'ETUDE EXPERIMENTALE DES LAITS DU MAROC

THESE

POUR LE DOCTORAT DE L'UNIVERSITE D'ALGER

(Mention Sciences)

soutenue publiquement le

par

CASPAR Pierre, Jean-Baptiste,

Ingénieur diplômé d'Etudes Supérieures Agronomiques
et diplômé de l'Ecole de Laiterie et de Microbiologie
de la Faculté des Sciences de Nancy

Lauréat de l'Institut Colonial de l'Université de Nancy
Chef de Laboratoire à la Centrale Laitière du Maroc
Casablanca

Né le 9 Novembre 1904 à Clichy (Seine)

MEMBRES DU JURY

ROYER ..... *Président*

ROSE ..... } *Examinateurs*

ROLLET ..... }

CASABLANCA
IMPRIMERIES RÉUNIES, RUE G. MERCIÉ
1942

UNIVERSITE D'ALGER

FACULTE DES SCIENCES D'ALGER

Année 1942 — N° 4

CONTRIBUTION A L'ETUDE EXPERIMENTALE DES LAITS DU MAROC

THESE

POUR LE DOCTORAT DE L'UNIVERSITE D'ALGER

(Mention Sciences)

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

soutenue publiquement le

par

CASPAR Pierre, Jean-Baptiste,

Ingénieur diplômé d'Etudes Supérieures Agronomiques
et diplômé de l'Ecole de Laiterie et de Microbiologie
de la Faculté des Sciences de Nancy

Lauréat de l'Institut Colonial de l'Université de Nancy
Chef de Laboratoire à la Centrale Laitière du Maroc
Casablanca

Né le 9 Novembre 1904 à Clichy (Seine)

MEMBRES DU JURY

ROYER ..... *Président*

ROSE ..... } *Examinateurs*

ROLLET ..... }

CASABLANCA
IMPRIMERIES RÉUNIES, RUE G. MERCIÉ
1942

UNIVERSITÉ D'ALGER

FACULTE DES SCIENCES

Doyen	MM.	ROYER
Assesseur		VÉRAIN
Secrétaire		SOLÉRA

PROFESSEURS

Mathématiques	MM.	BOURION
Mécanique rationnelle et appliquée		DE POSSEL
Astronomie et Astrophysique		MEYER
Physique générale		HENRIOT
Physique industrielle		VÉRAIN
Chimie générale		ROLLET
Chimie appliquée		GUNTZ
Biologie générale et appliquée		ROSE
Botanique générale et appliquée		MAIRE
Géologie et Minéralogie		SAVORNIN J.
Minéralogie et Cristallographie		ROYER
Zoologie générale		BERNARD
Géologie appliquée à l'Agriculture et à l'Industrie		N.....

PROFESSEUR A TITRE PERSONNEL

Botanique agricole	KILLIAN

PROFESSEUR SANS CHAIRE

Physique (P.C.B.)	MENDOUSSE

MAITRES DE CONFERENCES

Mathématiques générales (Chargé de cours)	DUGUÉ
Chimie (P.C.B.)	BERLANDE
Biologie animale	GAUTHIER

MAITRE DE CONFERENCE ADJOINT

Chimie appliquée	SIROT

HONORARIAT

Doyen et Professeur	MM.	ROUYER,
Professeur		MULLER,
Professeur		FOIX,
Professeur		SEURAT,

A LA MEMOIRE DE MES PARENTS

A MA FEMME

A MON FILS

Au Général NOGUES.

A Monsieur M. BOUIN, Directeur de l'Institut de Zoologie appliquée de la Faculté des Sciences de Nancy, mon maître.

CHAPITRE PREMIER

ETAT ACTUEL DE LA PRODUCTION

Le lait produit au Maroc est réparti entre les principales villes suivantes :

Casablanca, Mazagan, Marrakech, Rabat, Port-Lyautey, Meknès, Fès, Oujda.

Malgré une enquête personnelle auprès des autorités compétentes de chaque ville, nous n'avons pu obtenir suffisamment de réponses pour dresser un bilan détaillé de la production laitière au Maroc ; nous nous bornerons à reproduire ci-dessous le tableau du Wolf : « Le lait aux colonies 1932 ».

REGIONS		Quantité de lait annuelle
Rabat	Zaërs Zemmours Rabat Centre Salé	10.800.000 Litres
Gharb	Port-Lyautey	198.000
	Sidi-Yahia	30.000
	Arbaoua Petitjean Mechra-Bel-Ksiri	1.900.000
Meknès	y compris le cercle de Midelt	12.600.000
Oujda	Oujda, Berkane	247.000
Abda-Amar		14.000.000
Chaouïa	Casablanca	5.000.000
	Banlieue	2.500.000
	Settat	1.200.000
		48.475.000 Litres

Nous dirons tout de suite que cette production est insuffisante à nourrir 6.500.000 habitants. Elle varie suivant les époques de l'année : suffisante de janvier à mai, elle devient très pauvre dans la période chaude de juin à septembre. Le lait est très rare en octobre où il atteint son plus haut cours pour retomber à un prix normal en décembre.

Le lait, au Maroc, est exploité dans de mauvaises conditions. Il est donc nécessaire de soumettre ce lait à un contrôle hygiénique sérieux.

CHAPITRE II

DEPISTAGE DES LAITS INSALUBRES PAR LES METHODES DE CONTROLE RAPIDE

Le but essentiel de la surveillance du contrôle des laits de consommation est l'élimination de tous les laits malpropres, les laits anormaux, pathologiques et tous ceux qui, par leur teneur microbienne exagérée, mettent en jeu la santé des consommateurs.

Les méthodes rapides pour ce contrôle sont encore peu nombreuses, la plupart des méthodes précises d'analyses sont très longues, délicates, demandant un personnel exercé et les résultats que l'on obtient arrivent toujours après la consommation du lait.

Nous n'utiliserons donc les méthodes de laboratoire que pour le contrôle de nos expériences.

Nous avons fait choix de quelques méthodes simples à la portée de tout laitier intelligent et voulant fournir à sa clientèle un lait sain.

Contrôle de la propreté

Examen organoleptique. — On néglige trop souvent le contrôle des laits par les simples indications que peuvent donner : la vue, l'odorat et le goût.

Par la vue, un bon laitier peut se rendre compte de l'aspect et de la couleur d'un lait; un lait malade a bien souvent une apparence particulière, qu'un praticien averti ne manquera pas de voir et tous les laits, ayant une couleur anormale, devront être impitoyablement écartés.

L'odeur du lait doit rappeler celle des bovidés, le meilleur moyen de se rendre compte de l'odeur d'un lait est de flairer ce dernier au moment où l'on ouvre un bidon. Un lait malade répand une odeur caractéristique.

Le goût du lait normal est douçâtre. Au début des affections mammaires, le lait prend un goût légèrement salé.

Filtration

De nombreux appareils de filtration sont utilisés; nous avons employé un appareil fort simple, le lactofiltreur à rondelle d'ouate de la Maison Gerber de Zurich. Il est composé d'une bouteille en verre blanc d'une contenance de 500 cc3 dont le fond est ouvert; au goulot est adapté une pince spéciale qui maintient en place la rondelle d'ouate. Après avoir préalablement agité le lait, on en verse 500 cc3 dans l'appareil, les im-

puretés restent sur le filtre où l'on reconnaît facilement la bouse de vache, les poils, la paille, la terre et d'autres corps étrangers. Afin que les résultats soient comparables, il est nécessaire d'employer toujours la même quantité de lait et pour l'appréciation du degré de propreté, la Maison Gerber livre un tableau de comparaison permettant au débutant de classer automatiquement son lait dans les catégories suivantes :

1° lait propre ;
2° lait assez propre ;
3° lait sale ;
4° lait très sale ;
5° lait exclusivement sale.

Cette méthode simple, facile, peu coûteuse est à la portée de tout producteur.

Recherches des laits anormaux pathologiques

Elle se fait par l'emploi de la méthode Gerber, qui combine l'essai au bleu de bromothymol avec la mesure de l'indice catalasique. Cette mesure permet de constater les troubles de la sécrétion provenant le plus souvent à la suite de l'inflammation du pis, mammite, etc.

Elle s'effectue à l'aide du thybromètre suivant les indications livrées avec l'appareil.

Cet essai pratique et simple peut être exécuté facilement à l'étable et les meilleurs résultats sont acquis lorsque l'essai porte sur le lait de chaque pis, séparément.

Recherches des laits hyperacides

Cette recherche peut se faire par deux méthodes :

1° celle de Dornic qui exprime l'acidité du lait en acide lactique et permet de classer les laits rapidement en deux catégories :

a) laits acides + 21°D;

b) laits alcalins — 17°D.

2° Méthode de Morres à l'alcool alizarine.

Cette méthode est actuellement très employée dans les laboratoires et les grandes laiteries, elle permet, grâce à sa simplicité, d'éliminer tous les laits donnant une teinte jaune ou une coagulation ainsi qu'une teinte rouge ou violette.

Par leur simplicité de manipulation et d'appareillage, ces deux méthodes : celle de Dornic et celle à l'alcool alizarine, sont à la portée de n'importe quel laitier, les résutats sont immédiats et permettent de faire un classement rapide des laits.

Recherche des laits trop bactériens

De nombreuses méthodes ont été proposées pour la numération des bactéries dans le lait : méthode par frottis, cultures en stries sur gélose inclinée, culture sur plaque de Pétri, etc. C'est cette dernière méthode que nous avons adoptée pour le contrôle de nos expériences.

Technique utilisée pour la numération des germes

Nous employons le bouillon gélosé suivant :

Viande de bœuf dégraissée	500 gr.
Ou extrait « Liebig »	10 gr.
Peptone Chapoteaut	20 gr.
Sel marin	5 gr.
Gélose	20 gr.
Eau distillée	1.000 cc3

Nous neutralisons à pH 7,5 et nous ensemençons comme suit :

1 centimètre cube de lait, prélevé avec une pipette stérile, est versé dans un tube contenant 9 cc3 d'eau physiologique stérile.

Après avoir bien mélangé le contenu de ce tube, nous en prélevons 1 cc3 que nous versons dans le tube suivant, contenant toujours 9 cc3 d'eau physiologique stérile.

Nous obtenons ainsi des dilutions de lait de plus en plus fortes.

Nous nous sommes arrêté au tube N° 4 qui nous donne la dilution à 1 pour 10.000.

Avec ce mélange, nous ensemençons quatre boîtes.

Nous déposons au fond d'une boîte de Pétri stérile et vide 0,5 du mélange, ceci en deux exemplaires.

Dans deux autres boîtes, nous déposons de la même façon 0,1 cc. du mélange.

Nous versons aussitôt un tube de gélose fondue, à la température de 40 degrés environ, sur chaque boîte. Nous mélangeons bien et laissons refroidir, après quoi nous retournons les boîtes et les plaçons à l'étuve à 37°, où elles resteront pendant 48 heures.

Après un séjour à l'étuve de 48 heures, nous dénombrons les colonies en les pointant avec une plume et après rectification nous prenons la moyenne des quatre boîtes comme résultat. Pour faciliter la numération, nous employons des boîtes de Pétri à fond quadrillé.

Mais cette méthode est longue et ne peut être effectuée que par des spécialistes dotés d'appareils coûteux. De plus, le lait est depuis longtemps consommé lorsque l'on connaît le nombre de bactéries par centimètre cube. C'est pourquoi nous nous sommes attaché à un procédé rapide : l'épreuve à la réductase, suffisante pour classer les laits et éliminer ceux qui sont trop pollués.

Epreuve de réduction : la réductase

Des recherches récentes ont démontré que la décoloration du bleu de méthylène s'explique par la succession de deux phénomènes :

1° par absorption, par les microbes, de l'oxygène libre dissout dans le lait ;

2° par la décoloration du bleu de méthylène, dans le lait dépourvu d'oxygène libre, provoquée par un phénomène d'hydrogénation dû à certains composants du lait.

La décoloration du bleu de méthylène dépend surtout de l'activité des mibrobes et des transformations qui lui sont dues (acidification, fermentation, décomposition des protéines).

La rapidité de décoloration est donc plus ou moins proportionnelle au nombre des microbes contenus dans le lait.

L'épreuve de réduction n'indiquera donc que la quantité approximative des microbes du lait. Elle donnera d'utiles renseignements sur sa conservation et permettra de reconnaître les plus mauvais laits, sans toutefois révéler les meilleurs.

Composition de la solution de bleu de méthylène :

Solution alcoolique saturée de bleu de méthylène	5 cc3
Eau distillée	195 cc3

Nous prenons 10 cc3 de lait auxquels nous ajoutons 0,25 de solution de bleu de méthylène, le tout est placé dans un tube et mis à l'étuve à 38/40°; on note le temps de décoloration.

Voici un tableau qui indique les conclusions à tirer de cette méthode mais il ne faut pas attacher une valeur absolue au nombre de germes trouvés.

Durée de la décoloration	Nombre approximatif de microbes par cc3	Qualité du lait
+ de 7 heures	— 20.000	très bonne
+ de 5 »	— 50.000	bonne
+ de 4 »	— 100.000	passable
+ de 2 »	— 1.000.000	médiocre
— de 20 minutes	+ 20.000.000	mauvaise

Une méthode rapide est l'épreuve à l'azurufine qui présente le gros avantage d'éliminer l'emploi de l'étuve, la réduction se faisant à la température ambiante très rapidement.

A 10 cc3 de lait, nous mettons 1 cc3 de la solution d'azurufine diluée :

Solution d'azurufine Gruber	2 cc3
Eau distillée	8 cc3

On obtient une teinte bleue, on laisse le tube à la température de l'endroit où l'on se trouve et on note le changement de coloration.

Après une heure de contact, le lait passe successivement par les teintes lavande, lilas, rose et finalement décoloré.

La décoloration est très rapide pour les laits de forte teneur bactérienne, un quart d'heure au maximum pour le passage de la teinte initiale bleu lavande à la décoloration lilas et même rose.

Recherche du colibacille

Nous employons pour la recherche du colibacille le milieu au rouge-neutre.

Dans un litre d'eau, on fait macérer 250 grammes de viande de bœuf (hachée) pendant 24 heures, on fait bouillir le liquide et on écume ; après refroidissement on ajoute :

Peptone Dufresne	20 gr.
Sel marin	20 gr.

On ramène le volume à un litre avec de l'eau distillée, on fait bouillir de nouveau pendant 5 minutes; après repos, on filtre sur Chardin mouillé et on ajoute 1/10e de la solution suivante :

Rouge neutre	5 gr.
Eau distillée	100 cc3

nous neutralisons à pH 7,6.

Nous ensemençons avec des dilutions au 1/10, 1/100, 1/1.000, 1/10.000.

Cette méthode n'est certainement pas d'une grande précision pour la recherche du colibacille. Mais il faut cependant admettre que la réaction au rouge-neutre est l'épreuve démonstrative des microbes provenant des matières fécales, du purin, du fumier et du colibacille. Or les autres microbes, qui donnent aussi une réaction positive, ont la même signification au point de vue de la contamination et au Maroc, sur 100 laits analysés, 100 étaient contaminés.

CHAPITRE III

LES CONSTANTES PHYSIQUES ET CHIMIQUES LEUR UTILITE POUR LA DETERMINATION DU MOUILLAGE DU LAIT

En chimie laitière on appelle : « constantes » des formules chiffrées résultant d'analyses multiples, qu'on a cherché à rendre stables.

Or, nous dit Duclaux, « rien n'est moins constant que les constantes du lait », car elles n'ont pas en effet toujours la même valeur: elles varient selon le procédé qui leur a donné naissance.

Il est évident que la composition chimique du lait varie par suite de causes nombreuses. Certains éléments constitutifs de ce liquide s'y rencontrent en quantité dont les proportions peuvent osciller entre 1 et 50 %. Cet état de chose rend la détermination des fraudes délicates et aléatoires, si l'on s'en tient à l'analyse quantitative des éléments qui entrent dans la composition du lait.

Pour remédier à ces inconvénients, les chimistes ont eu recours à d'autres procédés physiques ou chimiques indépendants des variations quantitatives. Ces procédés, traduits en formules chiffrées, s'appellent, comme nous venons de le dire, « Constantes du lait ».

Nous les classerons en deux catégories :

1° les constantes physiques ;
2° les constantes chimiques.

Malheureusement, ces constantes sont nombreuses et d'inégale valeur et ne rendent pas les services que l'on pourrait en attendre.

Pensant pouvoir apporter quelques améliorations, nous allons passer en revue les principales constantes, utilisées dans la détermination du mouillage du lait. Nous essayerons d'établir un choix judicieux basé sur de nombreuses expériences comparatives, réalisées dans les Laboratoires du Service de l'Elevage, les Laboratoires Officiels de Chimie de Casablanca ainsi que dans notre laboratoire.

Mais avant d'attaquer ces sujets, nous voudrions parler des prélèvements de laits qui, à notre avis, sont défectueux.

La conservation du lait est de la plus haute importance pour son contrôle. D'une part, l'analyse a souvent lieu longtemps après le prélèvement et, d'autre part, les contre-expertises n'ont lieu, en général, qu'après plusieurs mois.

L'analyse et les résultats ne sont vraiment comparables qu'autant que le lait n'est pas trop altéré ; il l'est toujours lorsqu'il est conservé avec un

produit chimique et surtout lorsque l'analyse est pratiquée plusieurs mois après son prélèvement.

Certains produits chimiques donnent de bons résultats :

Tel l'alcool amylique ajouté au lait avec du bichromate de potasse dans la proportion de 1 %; l'alcool amylique, remontant à la surface de la crème, protège efficacement cette surface contre tous germe et moisissure ; le bichromate protège la couche aqueuse contre les ferments aérobies.

Considérant ce procédé comme l'un des meilleurs, nous sommes pourtant opposé à la conservation du lait par des produits chimiques, qui ne peuvent que fausser l'analyse. Elle n'est d'ailleurs pas suffisante pour prouver qu'un lait est bon : il faut y adjoindre avant tout l'analyse biologique: c'est pourquoi nous suggérons que le lait, dès son prélèvement, soit mis en glacière à +5° et dirigé le plus rapidement possible vers le laboratoire.

A l'arrivée au laboratoire, les laits seront conservés en frigidaire en attendant d'être analysés, d'ailleurs ils ne devront pas s'y accumuler mais être traités le plus rapidement possible, quant aux recherches biologiques, elles devront être faites dès l'arrivée.

D'après nos observations, des laits gardés en glacière pendant huit jours ont titré comme acidité :

Acidité 2 h. après la traite	1er jour	2 jour	3 jour	4 jour	5 jour	6 jour	7 jour	8 jour
N° 1 21°6	21°6	22°5	23°4	25°6	27°8	29°2	32°22	35°00
N° 2 17°75	17°8	18°56	19°9	20°7	22°5	24°2	27°8	30°15
N° 3 16°5	16°5	17°00	17°3	19°	23°2	26°1	29°3	33°2
N° 4 18°2	18°2	18°2	19°3	20°1	22°05	24°9	28°4	30°1
N° 5 19°3	19°4	19°5	21°2	23°1	24°09	26°1	29°9	32°6
N° 6 20°2	20°3	20°35	21°3	24°6	27°9	29°3	32°23	36°3
N° 7 21°3	21°3	21°6	23°3	24°2	25°6	27°8	29°1	33°2
N° 8 19°7	19°8	19°9	21°9	22°00	23°65	24°05	25°8	29°3
N° 9 16°1	16°1	16°15	16°8	17°3	18°4	22°8	23°2	25°

D'après ce tableau, il est facile de voir que l'acidité augmente très lentement et nous n'avons jamais eu de lait caillé avant le huitième jour, ce qui laisse toute latitude de recherches au chimiste.

Constantes physiques — La cryoscopie

Auun travail, n'ayant été fait sur le point de congélation du lait au Maroc, nous nous sommes attaché à démontrer la grande valeur de cette constante pour la recherche des laits mouillés, à condition que le lait à examiner soit frais, donc, encore une fois, conservé en glacière.

Si nous nous sommes attaché à cette constante physique plutôt qu'à une autre, c'est que nous considérons :

1° sa valeur ;

2° la facilité de se procurer pour chaque laboratoire des cryoscopes.

Le point de congélation du lait est de 0,555°. Ce point est indépendant de la densité, du résidu sec, du beurre, etc. Il est seul fonction des molécules et des ions dissous.

Causes des variations du point de congélation

a) addition de matières solubles ;
b) acidité ;
c) fraude par mouillage ;
d) lait pathologique.

a) *Addition de matières solubles*

L'addition au lait de solutions hypertoniques abaisse le point de congélation (lactose, biborate de soude, chlorure de sodium, bicarbonate de soude, bichromate de potasse, etc.).

En France, suivant l'arrêté du 1er août 1907, tous les prélèvements officiels de lait sont additionnés de bichromate de potasse, en vue de leur conservation. Il convient donc d'en tenir compte dans la cryoscopie : il est nécessaire de faire une correction au point cryoscopique, sachant que 1 gr. de ce sel par litre, abaisse la température de congélation de 0,018°.

La facilité avec laquelle il est possible de masquer un mouillage par l'addition de chlorure de sodium, ce qui est courant au Maroc, l'eau étant plus ou moins saumâtre, nous a amené à doser les chlorures dans chaque lait dont nous avons fait la cryoscopie. Cela nous a permis d'éliminer à coup sûr tout lait ayant une teneur anormale en chlorures, provenant soit de l'ajout d'eau, soit de laits malades (vaches atteintes de mammite, d'hémorragie, etc.).

Parmi les nombreuses méthodes préconisées pour la recherche des chlorures, nous nous sommes adressé à la technique Raquet-Kerleveo qui nous a donné d'excellents résultats.

b) *Acidité*

Un lait aura une température de congélation d'autant plus basse que son degré d'acidité sera plus fort. Ce phénomène s'explique par le fait d'un accroissement du nombre des molécules dissoutes à la suite de la transformation du lactose en acide lactique. Suivant la formule, une molécule de lactose hydraté donne 4 molécules d'acide lactique :

$$C^{12}\ H^{22}\ O^{11} + H^2\ 0 = 4\ C^3\ H^6\ O^3.$$

Tous ceux qui se sont appliqués à des recherches sur la cryoscopie ont remarqué que l'abaissement cryoscopique d'un lait subissait des variations en rapport avec le nombre d'heures écoulées après la traite.

Ces variations ont été constatées par nous et consignées dans les tableaux I et II ci-dessous.

Stoecklin nous donne la formule par laquelle il convient de corriger l'abaissement cryoscopique dans les laits acides : pour cela, il admet une acidité normale de 1,2 gr. d'acide lactique qui n'intervient pas dans la correction, cette quantité représentant la teneur moyenne des laits immédiatement après la traite. D'après cet auteur, il convient de retrancher 0,05 de l'abaissement cryoscopique trouvé par gr. d'acidité en dessus de 1,2 gr. Il donne une formule globale permettant à la fois la correction due à l'acidité lactique, sans tenir compte de celle due à l'addition de bichromate de potasse, dans les cas de lait bichromaté.

L × 0,05 à retrancher de l'abaissement cryoscopique trouvé.
L = A — (1,20 + Cr + 0,61).
L = acidité lactique formée après la traite.
A = acidité totale du lait.

1,20 = acidité immédiate après la traite.
0,61 = augmentation de l'acidité par 1 gr. de $K^2 Cr^2 0^7$.

Cette correction n'est nullement négligeable pour des laits frais, à plus forte raison pour des laits vieux. D'autre part, la fermentation des laits est plus ou moins rapide selon la saison, la température du liquide, le nombre d'heures écoulées après la traite, la propreté des récipients, etc.

La cryoscopie doit donc être en principe accompagnée du dosage de l'acidité. Ajoutons-y, le cas échéant, celui du dosage du bichromate.

TABLEAU I

Variation de l'abaissement cryoscopique en fonction de l'acidité

LAIT N° 1			LAIT N° 2			LAIT N° 3		
Date	Δ	Acidité	Date	Δ	Acidité	Date	Δ	Acidité
1940			1940			1940		
23-12			22-12			26-12		
10 h. 45	0,55°	21°6	11 h 10	0,55°	21°15	11 h. 15	0,55°	19°5
18 h. 05	0,55°	22°45				27-12		
24-12	0,56°		25-12			11 h. 30	0,555°	23°5
10 h. 45	0,55°	24°75	11 h. 45	0,70°	74°02	28-12		
16 h. 35	0,57°	28°80				11 h.	0,56°	24°90
25-12					début de	29-12		
10 h. 30	0,585°	32°1			coagula-	12 h.	0,565°	27°80
17 h. 30	0,59°	39			tion	30-12		
27-12						11 h. 45	0,58°	32°
11 h. 30	0,62°	51°2				31-12		
						10 h. 40	0,59°	39°

TABLEAU II

Variation du point de congélation en fonction de l'acidité après mouillage avec de l'eau distillée
(ces expériences ont été faites à des heures différentes)

Date	Heure des expériences	Mouillage %	Acidité	Point cryoscopique	Température ambiante
1941					
22-1	16 heures après la traite				
	9 h. 30	0	28°8	0,575°	16°
	9 h. 50	25	19°35	0,42°	17°
	10 h.	50	12°6	0,29°	17°
	12 h. 20	75	5°4	0,18°	20°
	15 h. 25	95	1°8	0,06°	21°
	15 h. 45	85	4°05	0,119°	21°
	16 h. 30	40	31°05	0,39°	21°5
	16 h. 40	35	37°35	0,42°	21°5
	16 h. 50	30	43°20	0,45°	22°
	17 h.	20	49°50	0,52°	22°
	17 h. 20	10	58°4	0,60°	22°
	17 h. 35	5	61°65	0,63°	22°
	17 h. 50	55	28°8	0,31°	

Ces tableaux se passent de commentaires et montrent l'utilité du dosage de l'acidité.

c) *Fraude par mouillage*

Le mouillage rapproche de 0° le point de congélation proportionnellement à la quantité d'eau pure ajoutée. Voici la formule de Winter qui permet d'apprécier ce mouillage :

$$E = V \frac{a - \Delta}{a}$$

E = est le volume de l'eau contenue frauduleusement dans le volume V examiné ;

a = est l'abaissement normal 0,555° ;

Δ = est l'abaissement observé et corrigé (acidité et conservateur).

Nous avons déterminé de nombreux points de congélation sur des laits de notre région et nous avons établi deux diagrammes pour des laits mouillés avec de l'eau distillée et des laits mouillés avec de l'eau de puits renfermant 220 mmgrs de NaCl par litre. Les diagrammes ont sensiblement le même tracé, l'eau distillée donne un point de congélation de 0°, tandis que l'eau de puits donne 0,04°.

Nous avons examiné de nombreux laits fraudés par des laitiers indigènes. Chaque fois par une analyse rapide : point de congélation, densité, acidité, matière grasse, chlorures, nous avons pu déceler la fraude et le pourcentage exact du mouillage. Une analyse complète de contrôle a confirmé nos résultats.

Au Maroc, la fraude est presque toujours le mouillage. Le point de congélation en donne exactement le pourcentage, c'est pourquoi nous considérons cette constante comme la plus sûre.

La cryoscopie appliquée aux laits écrémés et au mélange lait de vache et lait de brebis

Pour les laits écrémés le point de congélation n'a plus de valeur, un lait écrémé à 100 % donne un point de congélation normal.

Laits écrémés et mouillés

Nature du lait	Densité	Matière grasse	Acidité	Δ	Chlorures
Lait avant écrémage	1.031,5	39	18°	0.55°	1,66
Après écrémage centrifuge	1.043,9	1,5	18°	0,54°	1,66
Mélange					
25 % de lait pur et de lait complètement écrémé	1.034,7	20	18°	0.55°	1,66
à 50 %	1.034,5	11	18°	0,551°	1,66
75 % de lait non écrémé avec lait écrémé plus addition d'eau					
10 %	1.030.2	23	16°2	0,49°	1,41
25 %	1.026	18	13°5	0,285°	1,15
50 %	1.017,5	13	9°	0,416°	0,93

La cryoscopie est en défaut devant l'écrémage, c'est pourquoi nous préconisons en même temps le dosage de la matière grasse et la détermination de la densité.

DIAGRAMMES

1° Montrant l'influence de l'eau distillée sur le point de congélation du lait de vache. Tracé en noir.

2° Montrant l'influence de l'eau de puits de la Région de Port-Lyautey sur le point de congélation du lait de vache. Tracé en pointillé.

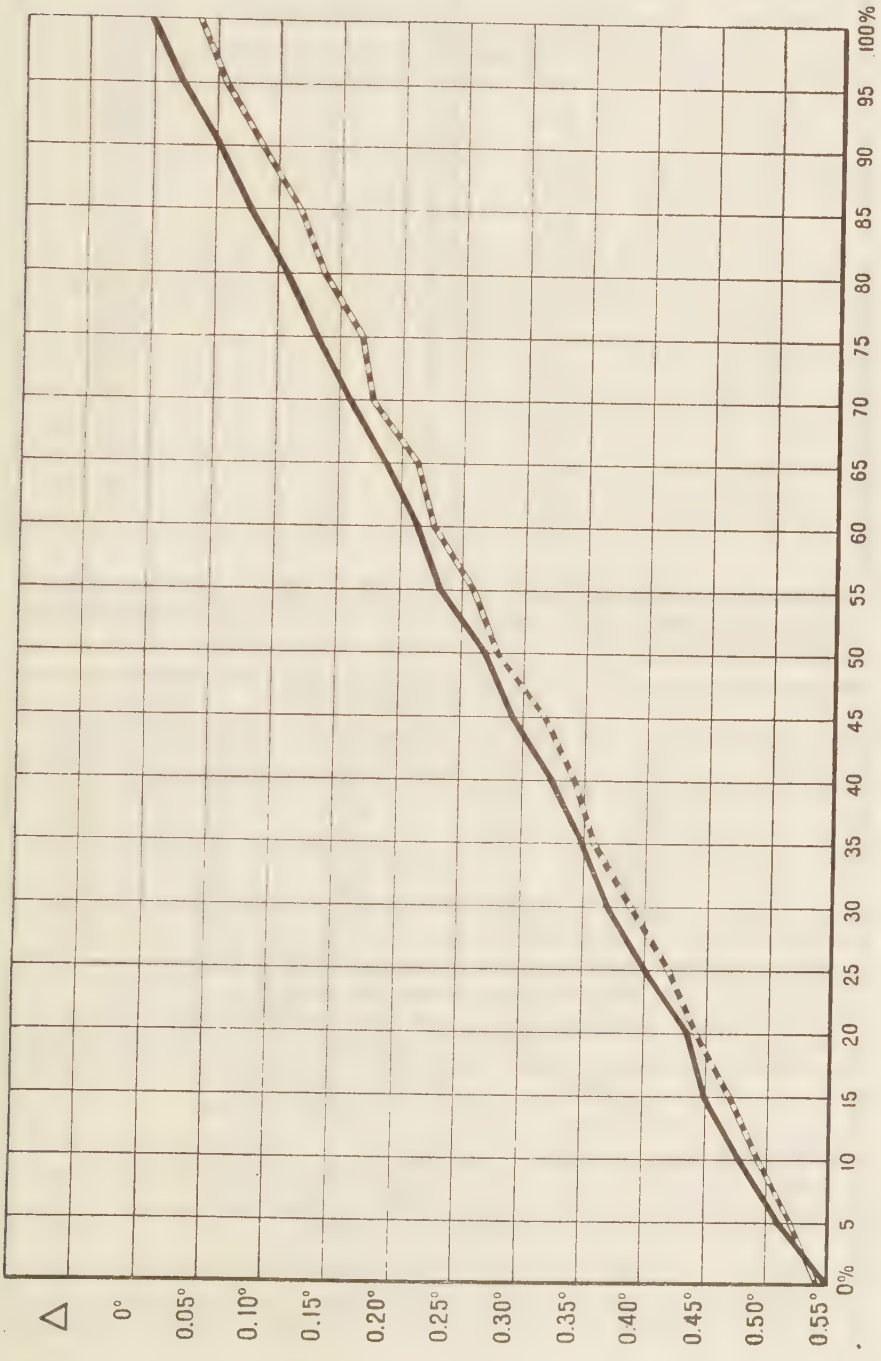

Tableau montrant l'influence de l'eau distillée sur le point de congélation du lait de vache

Mouillage %	Point cryoscopique
0	0,55°
5	0,51°
10	0,48°
15	0,45°
20	0,435°
25	0,40°
30	0,37°
35	0,35°
40	0,325°
45	0,295°
50	0,27
55	0,24°
60	0,215°
65	0,19°
70	0,16°
75	0,135°
80	0,11°
85	0,08°
90	0,055°
95	0,025°
100	0,000°

Tableau montrant l'influence de l'eau de puits de la région de Port-Lyautey sur le point de congélation du lait de vache

Mouillage %	Point cryoscopique
0	0,545°
5	0,52°
10	0,495°
15	0,47°
20	0,44°
25	0,419°
30	0,388°
35	0,36°
40	0,346°
45	0,32°
50	0,28°
55	0,261°
60	0,23°
65	0,214°
70	0,181°
75	0,171°
80	0,14°
85	0,12°
90	0,09°
95	0,06°
100	0,04°

Dans le cas mélange de lait de vache et de lait de brebis, quelle que soit la proportion, le point de congélation ne varie pas et nous trouvons les chiffres suivants :

Lait de brebis

N° ordre	Δ	Acidité	Densité	M.G	Chlorures
1	0,56°	25,2	1039	55	1,60
2	0,555°	28	1037	60	1,72
3	0,565°	26,8	1035,2	49,2	1,695
4	0,545°	26	1034	52	1,70
5	0,566°	25,9	1038	56,9	1,875
6	0,57°	29	1038,3	63,1	1,792

Lait de vache mélangé lait de brebis

N° ordre	Δ	Acidité	Densité	M.G.	Chlorures
1 5 % lait brebis	0,545°	24,2	1034	48,6	1,52
2 10 %	0,55°	23,8	1033,1	49	1,601
3 15 %	0,53°	20,9	1032,2	53	1,66
4 25 %	0,528°	20,9	1033	53,5	1,65
5 50 %	0,548°	20,2	1032,8	52,5	1,64

Dès que le lait de brebis ou mélange lait de vache-brebis est additionné d'eau, le point de congélation varie et permet de déceler la fraude ; d'ailleurs, nous verrons plus loin deux méthodes mises au point par nous pour le dépistage de ces mélanges.

La cryoscopie et les laits pathologiques

Des quelques analyses que nous connaissons et que nous avons pu faire sur la composition des laits pathologiques, il nous a été permis de déduire qu'en règle générale le point de congélation n'est pas influencé dans les laits malades.

Nous avons suivi pendant tout le cours d'une mammite le point de congélation et voici nos résultats consignés dans le tableau ci-dessous :

Vache de race indigène atteinte de mammite

Jour	Point de congélation	Chlorures
1er	0,56°	3,10
2me	0,56°	2,80
3me	0,56°	2,72
4me	0,56°	2,40
5me	0.555°	2,16
6me	0,56°	2,01
7me	0,55°	1,45
8me	0.55°	1,35

Le huitième jour le lait était redevenu complètement normal d'aspect, ainsi d'ailleurs qu'au point de vue des chlorures: la vache avait été gravement malade et avait tous les symptômes d'une forte mammite, quartiers empâtés, durs, lait du début grumeleux, caillebotté, coloration rouge, qui a duré jusque vers le septième jour.

Le point de congélation n'a pour ainsi dire pas varié, seuls le taux des chlorures a été élevé au début de la maladie. Un tel produit mélangé à une grande quantité de lait aurait certainement passé inaperçu dans le commerce.

Nous avons relevé dans le travail de M. Parmentier les examens suivants :

Un colostrum de vache mammitique lui donne 0,56° et 5 jours plus tard 0,86°. Au bout de 25 jours, un nouvel échantillon marque un abaissement cryoscopique normal. Ce lait n'avait pas l'aspect naturel, il était jaune trouble et grumeleux. L'auteur signale d'autres cas à 0,60° et à 0,58°. Chez une vache tuberculeuse amaigrie, il trouve un point de congélation de 0,48° qui, trois jours après, lui donne :

traite du matin ..... 0,54°
traite du soir ..... 0.55°

Voici ses conclusions : « Le point de congélation cesse donc d'être constant, normal, dans le cas d'inflammation locale, de mammite et même, sans doute plus exceptionnellement, dans la tuberculose et dans les maladies graves de la vache. »

Nous ne sommes pas d'accord avec M. Parmentier et nous croyons que le point de congélation ne saurait déceler une maladie, ce point variant dans de trop faibles limites.

Von der Laan démontre que le sérum du sang et celui du lait oscillent dans des limites normales :

	SANG	LAIT
Vache à piélonéphrite	0,546°	0,547°
Tuberculose des ganglions du grasset	0,541°	0,539°
Tuberculose pulmonaire	0,532°	0,532°
Fracture du coxal	0,554°	0,559°
Forte hémorragie	0,532°	0,533°

D'après Barbatis :

	POINT CRYOSCOPIQUE
Vache ayant réagi à la tuberculine	0,60°
Vache ayant mammite tuberculeuse	0,59°
Vache tuberculeuse	0,60°
Vache atteinte de mammite	0,58°

Schnorf indique dans plusieurs cas de mammite streptococcique les points de congélation suivants :

0,565° 0,600°

Monvoisin, dans un cas de mammite tuberculeuse 0.510° ; l'échantillon était totalement dépourvu de lactose.

A ces chiffres, nous pourrions en ajouter d'autres, mais nous ne le jugeons pas nécessaire. En règle générale et d'après nos expériences personnelles, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

Les laits pathologiques diminuent ou augmentent la température de congélation du lait dans de trop faibles proportions pour que l'on puisse en tirer une conclusion.

Valeur pratique de la cryoscopie

Après de nombreuses expériences, nous considérons la méthode cryoscopique comme la plus sûre, la plus exacte et la moins variable de toutes les méthodes connues jusqu'à nos jours, pour autant que celle-ci s'applique à des laits gardés en glacière.

Cette méthode comporte des inconvénients. Si nous déterminons en même temps l'acidité, la matière grasse, la densité et les chlorures, nous affirmons que cette technique est extrêmement sûre et permet de déceler la plus petite fraude par mouillage.

La réfractométrie

Historique. — L'idée d'examiner le pouvoir réfringent du lait n'est pas nouvelle. G. Valentin l'a réalisée en 1879, c'est lui qui le premier a introduit ce procédé optique dans le groupe des méthodes d'examen physique du lait. Il déterminait l'indice de réfraction du lait sans addition de réactifs, au moyen du réfractomètre de Abbe et trouva pour le lait de vache des indices compris entre 13.500 et 13.502 à la température de 16°.

Choix d'une méthode pour la préparation du sérum

Les méthodes de préparation de lacto-sérums pour la réfractométrie sont nombreuses. Sur les conseils de notre maître M. Bouin, nous nous

sommes servi de la méthode silico-tungstique employée au Laboratoire de l'Ecole de Laiterie de la Faculté des Sciences de Nancy. Le réactif silico-tungstique est en effet le meilleur pour la précipitation des protéines.

L'acide silico-tungstique a le gros avantage de précipiter complètement les protéines du lait et donner un filtrat contenant beaucoup moins d'azote que les autres réactifs.

Préparation du réactif pour la réfractométrie

Acide silico-tungstique	50 gr.
Acide acétique concentré	25 cc3
Eau distillée q.s.p.	100 cc3

Peser exactement 50 gr. d'acide silico-tungstique, les introduire dans une fiole jaugée de 100 cc3. Ajouter 25cc3 d'acide acétique concentré. Après dissolution, compléter le volume à 100 cc3 avec de l'eau distilléeè

Pour contrôler ce réactif on ajoute à 25 cc3 d'eau distillée 1 cc3 de la solution silico-tungstique et l'on examine au réfractomètre ; l'indice de réfraction de ce mélange doit être égal à 21.3 divisions du réfractomètre à immersion de Zeiss, à la température de 17°5 (Nd = 1,3356).

Technique de la méthode : préparation du lacto-sérum silico-tungstique

Prendre exactement à la pipette 25 cc3 de lait, les introduire dans un bécher, verser goutte à goutte 10 cc3 du réactif silico-tungstique à 50 % à l'aide d'une pipette de 1 cc3 (graduée en 1/10), très effilée, agiter énergiquement pour que le réactif se mélange intimement au lait. Jeter rapidement le mélange sur un filtre à plis préalablement préparé. Après avoir rejeté les premières gouttes du filtrat, on recueille le sérum qui sort complètement limpide et débarrassé des matières protéiques se rapprochant par conséquent de l'état de solution vraie.

Réfractomètres

Il existe dans le commerce de nombreux réfractomètres ; pour nos expériences, nous nous sommes servi du réfractomètre à immersion de Zeiss, très précis d'un emploi facile et permettant de faire des essais en série.

Lecture

La lecture se fait en degrés d'une échelle arbitraire, que l'on transforme au moyen de tables spéciales en indice réel (Nd).

La lecture doit être faite rapidement car l'indice de réfraction des lacto-sérums augmente avec le temps.

Nous avons pris l'indice réfractométrique du sérum silico-tungstique à intervalle d'une heure environ pendant 6 heures :

Date	Heure	Sérum silico-tungstique
10 décembre 1941	13,30	40,9
»	14,30	41,1
»	15,30	41,2
»	16,30	41,2
»	17,30	41,2
»	18,30	41,2

Ce sérum a été conservé dans un flacon bouché, à la glacière, à +5°,

jusqu'au 22 décembre. Son indice de réfraction allait toujours en augmentant. Voici les résultats :

DATE	HEURE	SÉRUM SILICO-TUNGSTIQUE
12 décembre 1941	11	41,25
15 »	11	41,30
18 »	11	41,35
19 »	11	41,35
20 »	11	41,42
22 »	11	41,45

Cette augmentation de l'indice de réfraction du sérum ne peut être due ni à la perte d'eau par évaporation, le flacon était bien bouché, ni à la transformation du lactose en acide lactique: on devrait dans ce dernier cas constater plutôt une diminution, l'acide lactique ayant un indice réfractométrique inférieur au lactose. Nous ne pouvons que recommander de faire la lecture rapidement, si l'on veut avoir des résultats comparables.

La réfractométrie et les laits pathologiques

L'indice de réfraction diminue de valeur dans les cas de laits pathologiques. Chaque fois que l'on remarque une diminution sensible du lactose, le pouvoir réfringent baisse. Cela se comprend aisément si l'on examine les résultats expérimentaux de M. A. Lataix. Nous y voyons, en effet, le rôle prépondérant que joue le lactose dans la détermination de l'indice de réfraction. D'après cet auteur, le lactose représente plus des 5/6 des matières en solution dans le lacto-sérum et il augmente proportionnellement l'indice de réfraction de l'eau distillée. Les indices de réfraction de ces sérums se classent exactement suivant la teneur en lactose des laits. Or nous savons que cette teneur diminue d'une façon très sensible dans les laits pathologiques.

Il est évident que dans les cas où cette diminution n'est pas suffisamment compensée par l'augmentation de la teneur en chlorures, l'indice de réfraction baisse; par contre, dans le cas où l'équilibre isotonique est rétabli, l'indice réfractométrique peut rester normal.

Valeur de la réfractométrie pour la détermination du mouillage
Laits de grand mélange

L'indice de réfraction n'a de valeur absolue que sur les laits de grand mélange; nous ne voulons pas prétendre qu'à lui seul, il soit suffisant. C'est une méthode de triage très rapide, mais une analyse chimique complète doit être faite dans tous les cas douteux. Seule l'association de l'analyse chimique à cette constante physique permettrait de se prononcer.

Nos analyses au réfractomètre n'ont pu porter que sur des laits de petit mélange, les grandes laiteries n'existant pas. Toutes nos analyses ont été faites sur des mélanges de 5 à 12 laits, nous sommes donc dans l'impossibilité de donner un indice de réfraction pour les laits de grand mélange.

Laits de petit mélange

L'indice de réfraction des laits de petit mélange varie de telle façon qu'il est difficile de donner des chiffres limites.

Au cours de nos analyses, nous avons constaté que l'indice réfracto-

métrique de ces laits varie entre Nd = 1.34227 et 1.41810 du réfractomètre à immersion de Zeiss et l'indice réfractométrique moyen est de Nd = 1.346188 (voir chapitre V nos analyses) .

Dans tous les cas de fraudes sur laits de petit mélange, un prélèvement de comparaison s'impose. Il s'effectuera comme suit :

Deux cas peuvent se présenter :

1° Le lait suspect n'est pas un lait de mélange.

Si ce lait a été prélevé sur un bidon de 20 litres, il sera nécessaire que le prélèvement soit effectué sur la même quantité à la traite correspondante.

Dans la majorité des cas, on devra prendre autant d'échantillons de comparaison qu'il y a de vaches dans l'étable, en notant la quantité de litres de lait fournie par chaque vache.

2° Le lait suspect est un lait de mélange.

Si l'échantillon suspect provient d'une seule traite, le lait de comparaison sera pris à la traite correspondante.

Si le lait suspect provient du mélange de deux traites différentes, le mieux est de prélever deux échantillons, un sur le mélange du matin, un autre sur le mélange du soir. Il faut avoir soin de noter chaque fois la quantité de lait ayant fourni l'échantillon. On prend habituellement 4 échantillons de chaque prélèvement: chaque flacon doit avoir une contenance d'environ 250 cc3. (Voir texte relatif à la répression des fraudes).

Ce n'est que la comparaison des résultats des deux analyses complètes, qui permettrait de conclure.

Nous ne saurons, à cette occasion, que répéter les paroles si éloquentes de notre Maître, M. le Professeur M. Bouin : « Il faut toujours être extrêmement prudent avec des laits individuels et de petit mélange et ne se prononcer qu'après comparaison des résultats analytiques avec ceux de l'échantillon prélevé à la traite. »

Pour conclure ,la réfractométrie est la méthode la plus rapide que l'on connaisse pour le triage des laits, au point de vue de leur pureté. Elle mérite donc une place dans toutes les analyses de lait.

L'emploi de la mesure du pH en laiterie

La détermination de l'acidité ionique, ou pH, est actuellement très utilisée dans l'industrie laitière : recherche des laits pathologiques, action de la présure sur le lait, consistance des fromages, etc.

Deux méthodes peuvent être utilisées : la colorimétrie et l'électrométrie. Nous ne traiterons pas ici la colorimétrie, l'ayant déjà étudiée au chapitre II : « Dépistage des laits insalubres »; nous ne nous occuperons que de la méthode électrométrique.

On sait que la valeur du pH du lait frais et sain varie très peu : 6,45 et 6,65. Si les valeurs trouvées pour le lait sont en dehors de ces limites, on est en droit de se demander si le lait n'a pas été fourni par un animal malade ou si ce lait n'a pas été le siège d'un développement anormal de bactéries, ou n'a pas été fraudé par neutralisation.

En ce qui concerne l'alimentation humaine, il y a grand intérêt à suivre les variations du pH, c'est pourquoi nous nous sommes attaché à sa recherche dans tous les laits que nous avons analysés.

Nous nous sommes adressé au potentiomètre électrique transportable des Etablissements Couprie de Lyon.

Dans toutes nos analyses où la numération des bactéries a été élevée, le PH a varié en dehors de la marge limitée à 6,45/6,65.

Le tableau ci-dessous démontre la nécessité de faire à chaque analyse de lait frais la recherche du PH. Nous la préconisons personnellement car chaque fois que nous avons eu un lait renfermant de nombreux microbes, le pH variait toujours fortement.

N° du lait	pH	Nombre de microbes au cc3	Thybromol catalase	Filtration	Réductase
1	6,9	19.870.000	anormale	sale	2 minutes
2	7	17.500.000	anormale	sale	3 minutes
3	5,9	12.700.000	anormale	sale	5 minutes
4	7,5	22.000.000	anormale	sale	1 minute
5	7,2	15.200.000	anormale	assez propre	1/2 minute
6	5,1	27.000.000	anormale	propre	6 minutes
7	6,68	12.000.000	normale	propre	8 minutes
8	7,3	18.750.000	anormale	sale	4,5 minutes
9	6,5	9.000.000	normale	propre	10 minutes
10	5,95	8.700.000	normale	assez propre	9 minutes
11	7,9	10.500.000	normale	propre	15 minutes
12	6,8	17.800.000	normale	propre	7 minutes
13	8	23.650.000	anormale	propre	1 minute
14	5,1	19.950.000	anormale	assez propre	3 minutes
15	7,7	18.650.000	normale	propre	1 minute
16	7,65	15.430.000	anormale	sale	2 minutes

La potentiométrie et les laits pathologiques

La recherche du pH à l'aide du potentiomètre peut rendre de grands services pour la surveillance des laits trop bactériens ou pathologiques s'ils sont transportés au laboratoire dans une glacière.

CONSTANTES CHIMIQUES

M. M. Bouin, professeur à la Faculté des Sciences de Nancy, dans une « Etude des variations de la composition du lait de vache au cours de la lactation », attire l'attention sur l'étendue des variations normales des composants du lait.

Voici ses conclusions :

1° Le taux de matière grasse variable dans le colostrum est, en général, assez faible dans les laits de vaches fraîches à lait; puis il augmente progressivement du commencement à la fin de la période de lactation, tout en montrant un minimum très net au mois de mai ou de juin, fait qui a été constaté antérieurement par Grorother, Hamoth, Hogxtrom, Ujhelgi, Biroux, etc. Les variations du taux de matière grasse peuvent être très étendues et dépasser 50 %.

2° Le taux de matières protéiques totales, très élevé dans le colostrum, tombe rapidement et se maintient pendant les 5 ou 6 premiers mois, autour de 30 grammes par litre. Il augmente ensuite assez rapidement et peut atteindre et même dépasser 50 grammes dans le lait des vaches très vieilles à lait. Les variations du taux de matières protéiques peuvent donc atteindre normalement 30 à 40 %.

La courbe de la caséine suit presque fidèlement celles de matières protéiques totales et on peut dire que le taux de la caséine est sensiblement égal aux 8/10 du taux des matières protéiques totales.

3° Les cendres brutes totales, très élevées dans le colostrum, s'abaissent rapidement jusqu'à un taux inférieur à 7 grammes (6,70 gr.) par litre. Ce taux se maintient sensiblement pendant les 6 à 7 premiers mois de la lactation, avec quelques oscillations; puis il augmente, lentement d'abord, et rapidement en fin de lactation où il atteint souvent 8 gr. 50 par litre, soit une variation de 21 à 22 %.

4° Le lactose, très faible dans le colostrum des premiers jours, augmente rapidement pour atteindre un maximum généralement très voisin de 51 grammes par litre. La teneur en lactose diminue ensuite très lentement pendant les 6 à 7 premiers mois, puis plus rapidement pour s'abaisser vers 42 grammes dans le lait de vaches très vieilles à lait. Nous avons donc ici des variations qui peuvent atteindre normalement 17 à 20 % comme pour les cendres, mais en sens inverse.

Les éléments constitutifs du lait sont si variables qu'ils ne sauraient servir de base à l'appréciation de sa pureté. Cependant, ces éléments ne varient pas tous dans le même sens au cours de la période de lactation. La matière grasse, les matières protéiques, la caséine et les cendres augmentent pendant tout le cours de la lactation (en dehors de la période colostrale), tandis qu'au contraire le lactose diminue insensiblement. Mais la matière grasse oscille dans des limites trop variables pour qu'on puisse en tirer des indications précises. Cornalba estime ses variations à 48 %; M. Bouin à plus de 50 %. Les matières protéiques totales, varient de 30 à 40 %. Cornalba indique 41,4 %. Les variations des cendres et du lactose s'élevant de 17 à 20 %. Ces éléments oscillent donc dans la même proportion, mais en sens inverse l'un de l'autre.

C'est à l'aide de ces faits, établis par M. le Professeur Bouin, que nous allons étudier la valeur des constantes chimiques suivantes appliquées aux laits provenant de vaches croisées et de vaches marocaines.

1° Extrait dégraissé ou constante de gros ;
2° Constante moléculaire simplifiée ;
3° Constante moléculaire simplifiée réelle ;
4° Constante de Bouin.

Avant d'entreprendre l'étude de ces constantes nous étudierons d'abord le lait marocain au point de vue de ses composants.

Composition du lait des vaches africaines

La composition du lait des vaches africaines, n'est pas aussi différente que l'on veut le faire croire de celle des vaches européennes et du lait de femme.

Les conclusions auxquelles s'est arrêté Curasson, s'appliquent à l'Afrique Occidentale Française, mais non point à toute l'Afrique. Elles sont discutables en ce qui concerne l'Afrique du Nord, en particulier.

Laits marocains

Provenant de différents élevages, sur des animaux de tous âges : les moyennes suivantes ont été calculées d'après 30 analyses de laits individuels.

		Maximum	Minimum
Densité à 15°	1.032.9		
Extrait sec	134.8	158	98
Matière grasse	41	60	16
Matières albuminoïdes	35,5	72	21
Lactose anhydre	51,19	63	45
Matières minérales	7,21	15	5

Les résultats obtenus par M. Lagneau, sur 26 analyses, au concours laitier de Meknès, en 1916, diffèrent très peu des précédents.

Densité à 15 °	1.033,5
Extrait sec	135,5
Matière grasse	41,1
Matières albuminoïdes	34,5
Lactose hydraté	47,3
Matières minérales	7

La moyenne, en matière grasse, obtenue à Fès, à la suite du concours laitier, fut, en 1919, de 45 gr. 05 par litre de lait.

Laits marocains de mélange

Composition moyenne de laits marocains de mélange, non mouillé (38 analyses) :

Densité à 15°	1.030
Extrait sec	145
Matière grasse	45
Matières albuminoïdes	42,06
Matières minérales	6
Lactose anhydre	51,94

Laits de mélange

Laits achetés chaque jour au marché de Casablanca et aux marchands ambulants indigènes. Laits provenant de vaches indigènes et de vaches européennes (montbéliardes, normandes, hollandaises, etc.), les analyses ont porté sur 55 échantillons.

Densité à 15°	1.031,2
Extrait sec	122,91
Matière grasse	24,86
Matières albuminoïdes	39,68
Matières minérales	7,21
Lactose anhydre	51,16

Voici nos résultats personnels sur laits de mélange qui ont porté sur 125 analyses :

Densité à 15°	1.031,2
Matière grasse	36,89
Extrait sec total	130,25
Extrait sec dégraissé	93,36
Matières albuminoïdes	38,02
Matières minérales	7,18
Chlorures	1,51
Lactose	49,10
Caséine	33,15

Ces résultats montrent que la composition des laits marocains est assez variable. Ces variations peuvent s'expliquer par le mouillage.

Le tableau ci-dessous permet d'établir la comparaison entre la composition de ces laits, celle du lait de vaches européennes et celle du lait de femme.

	lait de femme Porcher	Vaches européennes Porcher	Vaches marocaines Belle	Laits de mélange v. européen. et v. indigènes Belle	Laits de mélange v. européen. et v. indigènes Caspar
Densité à 15°	1.032	1.030-1.032	1.032	1.031,2	1.031,2
Extrait sec	110	125 130	138	122,91	130,25
Matière grasse	35	35 40	42	24,86	33,89
Matières albuminoïdes	15-18	30 34	37,5	39,68	38,02
Lactose	65-70	47 52	51	51,16	49,10
Matières minérales .	3	9 9.5	7,5	7,21	7,18

Il est à remarquer que le lait des vaches marocaines et celui des vaches européennes ont très sentiblement la même composition.

Extrait sec dégraissé ou constante de Gros

L'extrait dégraissé est la somme de lactose anhydre, plus les matières protéiques totales, plus les cendres réelles, plus l'acide citrique et indosé.

Il peut être déterminé avec assez de précision par la formule de Fleischmann.

Fleischmann avait remarqué en 1885 qu'il existait un rapport entre la densité, le % de matière grasse et la quantité de résidu sec d'un lait et que l'un de ces facteurs dépendait des deux autres. Fleischmann déduisit d'une équation fondamentale la formule suivante pour trouver le résidu sec :

$$T = 1.2 \times f + 2.665 \frac{100S - 100}{S}.$$

T = résidu sec ;
f = matière grasse en % ;
S % poids spécifique du lait.

Cette formule trouvée d'une manière purement mathématique, sans recherches analytiques, est basée sur les trois conditions suivantes :

1° la valeur du poids spécifique du résidu sec dégraissé doit être la même pour tous les laits de vaches, soit : 1.600.734;

2° le poids spécifique de la matière grasse du lait doit être égale à 0,931 ;

3° la densité du lait sera prise lorsqu'elle est devenue constante et ne varie plus, c'est-à-dire quelque temps après la traite.

Pour avoir un extrait sec dégraissé exact, il est nécessaire de le déterminer chimiquement. Nous nous sommes servi de la méthode de Hinard :

10 cc3 de lait sont additionnés de 5 gouttes d'un réactif contenant :

1 partie de formol à 40 %;
4 parties d'acide acétique à 25 %,

puis sont desséchés à l'étuve à 65° jusqu'à obtention de poids constant.

c'est-à-dire 10 à 13 heures, dans une capsule tarée de platine de 70 mm. de diamètre. Après pesée, l'extrait sec total obtenu sert à la détermination des cendres. Pour obtenir l'extrait dégraissé on soustrait de l'extrait sec, la quantité de matière grasse pour 100 cc3 de lait, ainsi que la quantité de bichromate de potasse pour les laits bichromatés. Cette façon d'opérer sur des laits frais nous a toujours donné des résultats concordants et très voisins de ceux obtenus par la formule de Fleischmann.

Variation de l'extrait dégraissé sur les laits marocains

1° sur 30 analyses de laits individuels (animaux de tous âges et de différents élevages) :

Ed = 93,80;

2° sur 26 analyses, concours laitier de Meknès :

Ed = 94,20;

3° sur 38 analyses de laits marocains de mélange non mouillés :

Ed = 100;

4° sur 125 analyses de laits provenant de laitiers indigènes et européens (races diverses) :

Ed = 93,36.

Si nous faisons la moyenne de ces extraits dégraissés, nous arrivons à : 95,34, chiffre se rapprochant de celui émis par Gros quand il prétend que 95 fois sur 100, l'Ed varie de 90 à 102 grammes.

Pour conclure :

L'extrait dégraissé ne permet pas de déterminer avec certitude un mouillage et il doit toujours être comparé avec un échantillon pris à l'étable, pour la raison qu'il varie avec la race, la région, l'individu, l'âge du lait et même avec la nourriture de l'animal. Il découle de ce qui précède que la moyenne de l'Ed doit être déterminée dans chaque région et pour chaque saison et ne pas dire qu'un lait est mouillé si l'Ed. est inférieur à 85 (autrefois on considérait comme mouillé tout lait ayant un Ed. inférieur à 85). L'Ed. ne suffit pas à la détermination exacte du mouillage mais doit être déterminé dans toutes les analyses de lait. Il apporte des renseignements qui, comparés à d'autres, conduisent à la certitude dans l'interprétation des résultats.

Constante de concentration moléculaire simplifiée de Mathieu et Ferré

Origine. — En 1906, M. Porcher écrivait : « De toutes les analyses de lait fournies par les nombreux auteurs qui ont voulu établir des moyennes, c'est le maximum de sucre de lait qui naturellement se trouve en face du minimum de sel notamment du chlorure de sodium, c'est le minimum de lactose qui doit faire vis-à-vis au maximum de matières minérales ».

Frappés par cette loi, MM. Mathieu et Ferre cherchent à évaluer en poids de lactose hydraté la somme du lactose et des chlorures du lait. Ces auteurs, s'aidant des travaux de Raoult, trouvent que 30 gr. 25 de NaCl sont équivalents isotoniques d'une molécule de lactose hydraté.

En divisant le poids moléculaire du lactose $\frac{360}{30,25}$ on obtient 11,9 facteur de transformation du NaCl en lactose hydraté. C'est ainsi que ces auteurs

créent la Constante moléculaire simplifiée (C.M.S.) en faisant la somme du lactose hydraté et des chlorures, ces derniers étant évalués en NaCl et multipliés par 11,9.

Cette constante ne se base que sur deux éléments pour évaluer la concentration moléculaire du lait. Or nous savons que celui-ci ne dépend pas uniquement du lactose et des chlorures, mais aussi d'une foule d'autres éléments, tels que citrates, phosphates et sulfates potassiques, bicarbonates de soude azote non protéique et enfin l'ensemble salin des colloides. Donc, la C.M.S. n'est que l'expression d'une partie de la concentration moléculaire du lait ou de son Δ, c'est la raison pour laquelle MM. Mathieu et Ferre l'on appelée « simplifiée ».

Détermination de la constante moléculaire simplifié réelle

$$C.M.S.R. = L + (NaCl \times 11,9) \frac{1.000}{1.000 - V}$$

L = lactose hydraté 0/00 cc3 de lait ;
NaCl = chlorure de sodium 0/00 cc3 de lait ;
11,9 = facteur de transformation du NaCl en lactose hydraté ;

$\frac{1.000}{1.000 - V}$ = formule pour la correction de l'insoluble dans laquelle :

$$V = \frac{\text{Matière grasse 0/00 de lait}}{\text{densité 0,94}} + \frac{\text{Caséine 0/00 de lait}}{\text{densité 1,35}}$$

Résultats obtenus à l'aide de la C.M.S. et de la C.M.S.R. sur les laits marocains

Sur nos analyses de lait la C.M.S. nous donne 66,8 de moyenne avec un minimum de 62,07 et un maximum de 78,79.

Avec la C.M.S.R., nous trouvons une moyenne de 73,69 avec des limites extrêmes de 66,74 et 85,7.

En France, la C.M.S.R. oscille entre 70 et 80, et il est impossible d'affirmer le mouillage pour une valeur de cette constante inférieure à 70 (il est bien entendu qu'avant d'affirmer le mouillage, il faut que l'analyse chimique et les constantes physiques concordent).

Au Maroc, sur nos laits analysés, la moyenne trouvée est de 74,6 et sur des laits dont le non mouillage est sûr, la C.M.S.R. donne 67,88 avec un extrait dégraissé de 90,7, lait qui pourrait paraître légèrement mouillé.

C'est pourquoi cette constante, comme toutes constantes, est sujette à des variations et avant d'affirmer qu'un lait est mouillé, il faut faire une analyse complète.

La moyenne de la C.M.S.R. au Maroc est plus faible qu'en France et nous pourrions supposer le mouillage avec un chiffre inférieur à 75.

Valeur de la C.M.S.R.

Si cette constante était l'expression pondérale du Δ total du lait, il y a tout lieu de supposer que ses variations se limiteraient à celles de la cryoscopie et qu'ainsi elle en aurait la même valeur.

D'après M. Porcher, elle ne représente qu'environ les 3/4 de Δ. Il serait possible d'obtenir une constante moléculaire représentant le Δ intégral, en déterminant analytiquement tous les éléments qui donnent au point de congélation $-0°555$, et de les transformer en lactose hydraté, en multipliant chacun de ces éléments par un coefficient spécial, comme il a été fait pour le NaCl. Mais cette nouvelle constante de concentration deviendrait trop compliquée. Il serait alors infiniment plus simple de recourir directement à la détermination du point de congélation.

Constante Bouin
ou L + 5 C = Lactose plus 5 fois les cendres

Les cendres brutes et le lactose ont des variations les plus faibles soit 18 à 20 %. Lorsque le lactose diminue les cendres brutes augmentent : les cendres ne représentent que le 1/7 environ du lactose. M. le professeur Bouin s'est servi de ces considérations pour établir sa constante.

Pour quelle raison M. Bouin a-t-il choisi le facteur 5 pour multiplier les cendres et non le facteur 7 ? L'expérience a démontré que le facteur 7 était un peu trop fort, par suite des variations des cendres, qui sont proportionnellement plus fortes que celles du lactose.

En reprenant ce que nous avons dit (page 28) : « Etude des variations de la composition du lait de vache au cours de la lactation », nous voyons que le lactose varie de 17 à 18 % et les cendres de 21 à 22 %. En calculant, nous trouvons que cette constante joue à merveille. Ainsi, les cendres oscillent de 6.7 à 8.5 grammes, nous comptons une augmentation de 1.8 gr. D'autre part, le lactose variant de 51 gr. à 42 gr. environ, diminue de 9 grammes.

Donc 1,8 gr. × 5.....	9,0 gr. augmentation de la constante
Diminution du lactose	9,0 gr.
Différence	0,0 gr.

Cette opération ne signifie pas que la L + 5C soit vraiment *constante* au sens propre du mot. Elle connaît aussi ses variations. « Rien n'est moins constant que les constantes du lait ». Toutes sont soumises à des écarts plus ou moins forts.

La constante de M. Bouin est encore peu connue, nous l'avons utilisée dans les laboratoires de l'Ecole de Laiterie de la Faculté des Sciences de Nancy, à la Station Agronomique du département de la Meurthe-et-Moselle et dans les divers laboratoires où nous avons fait des recherches. D'après la thèse de notre camarade J. Cerf, il n'a jamais vu descendre cette constante au-dessous de 82 ni dépasser 89 pour des laits authentiquement purs. La moyenne adoptée en Lorraine est de 86. Pas plus que celle des autres constantes, cette moyenne ne saurait être la même dans tous les pays, ni pour toutes les races. Elle présente un écart de 7,8 %.

Le chimiste qui se sert de cette constante veillera à ce que la détermination des cendres brutes soit faite avec beaucoup de soin. Cette opération doit toujours être pratiquée par la séparation des chlorures et non simplement par la calcination à haute température. Cela est très important dans les cas de vaches « vieilles à lait » où les cendres sont élevées et le lactose faible. Cette élévation des cendres est probablement due à une forte proportion de chlore qu'il importe de ne pas volatiliser.

Détermination des cendres

Voici comment nous procédons : l'extrait sec ayant été déterminé est placé au bain de sable jusqu'à obtention d'une croûte charbonneuse. On calcine ensuite à basse température jusqu'à croûte charbonneuse légèrement grisâtre (1h environ). On reprend les cendres par de l'eau distillée chaude que l'on jette sur un filtre sans cendres. On calcine de nouveau les cendres qui sont restées adhérentes à la capsule et l'on recommence le lavage. Celui-ci est répété trois fois jusqu'à entraînement complet des sels solubles par les eaux de lavage. On calcine le filtre au rouge sombre jusqu'à ce que les cendres soient bien blanches (jaunes si le lait est bichromaté). Après refroidissement ,on y verse les eaux de lavage contenant les chlorures, que l'on porte au bain de sable jusqu'à évaporation à siccité. L'augmentation de poids de la capsule nous donne le poids des cendres brutes totales, desquelles il importe de déduire le bichromate de potasse après dosage.

Pour démontrer l'utilité de bien préparer les cendres, nous avons fait la recherche des cendres sur des laits riches en NaCl, par :

1° la méthode que nous préconisons ;

2° par calcination directe.

NaCl contenu dans le lait 0/00 cc3	Recherche des cendres par la méthode que nous préconisons 0/00 cc3	Recherche des cendres par la méthode directe 0/00 cc3	Différence	Différence x 5 agissant sur la Cte de Bouin
1,93	7,07	6,78	0,29	1,45
1,99	7,53	7,01	0,52	2,60
2,01	7,65	7,02	0,63	3,15
2,05	7,70	7,11	0,59	2,95
2,09	7,75	7,21	0,54	2,70
2,18	7,29	6,93	0,36	1,80
2,42	8,01	7,31	0,70	3,50
2,70	8,24	7,12	1,12	5,60

Ces expériences se passent de commentaires.

Détermination du lactose

Nous avons déterminé le lactose par la méthode polarimétrique à l'aide du réactif silico-tungstique.

Préparation du réactif silico-tungstique : 10 gr. d'acide silico-tungstique sont dissous dans un peu d'eau. L'emploi d'un acide en liberté est indispensable. L'acide acétique dans le lait avec ce réactif convient le mieux (sans acide acétique on obtient une précipitation moins nette et formation d'une bouillie difficile à filtrer). On ajoute 25 cc3 de CH^3COOH concentré et on complète à 500 cc3 avec de l'eau distillée.

Technique. — On mesure 25 cc3 de lait, ajoute 10 cc3 de réactif silico-tungstique ainsi préparé et complète à 50 cc3 avec de l'eau distillée. Le liquide est parfaitement limpide après première filtration et très favorable à l'examen polarimétrique. Si le lait est bichromaté on ajoute quelques gouttes d'acétate neutre de plomb, afin de précipiter le bichromate de potasse sous forme de chromate de plomb.

Dans les laits pathologiques les filtrats sont aussi limpides que dans les laits normaux. La lecture au polarimètre est très facile et les déviations observées en employant ce réactif ont été plus grandes qu'avec n'importe quel autre réactif.

Pour contrôler nos résultats, nous avons employé la méthode de G. Bertrand qui est la plus précise pour le dosage des sucres. Nos résultats ont été très concordants.

La constante L+ 5C, que nous venons d'étudier, peut être considérée comme étant la plus précise et la meilleure des constantes chimiques. Malheureusement son application ne donne aucun résultat sur les laits pathologiques.

Avant de se servir de cette constante, il conviendrait de déterminer l'indice catalasique, c'est pourquoi nous demandons que l'échantillon de lait, envoyé au laboratoire pour analyses biologique et chimique, soit du lait frais conservé en glacière à +5°. C'est la seule condition qui permette une recherche normale de la valeur des laits.

M. Fonzes-Diacon compare la L+ 5C avec la C.M.S. de MM. Mathieu et Ferré. Il prétend que L + 5C répondrait à une conception biologique de même ordre que la C.M.S., si les cendres suivaient les mêmes variations que les chlorures. Bien que dans la comparaison des avantages des deux constantes, M. Fronzes-Diacon donne la préférence à la C.M.S., il revient à la constante Bouin en remplaçant le coefficient 5 par 3, et crée ainsi la L+3C qu'il dénomme constante moléculaire approchée. Nous ne savons pour quel motif M. Fronzes-Diacon a choisi ce coefficient des cendres et nous ne voyons pas du tout comment les expériences de son élève Cazolet ont pu le conduire à cette détermination. Nous croyons cependant que c'est uniquement dans le but de faire varier cette constante dans les limites de la C.M.S. Quoi qu'il en soit, nous regrettons vivement la déformation de la L + 5C qui a fait ses preuves. La constante L + 3C ne peut qu'induire en erreur le chimiste, souvent très embarrassé dans le choix des nombreuses constantes chimiques préconisées pour la recherche du mouillage. Nous avons montré les raisons pour lesquelles les cendres sont multipliées par le facteur 5. Nous avons vu que le facteur 7 serait appelé à donner des résultats presque aussi bons que 5. M. Bouin va même plus loin en préconisant l'emploi du facteur 10 qui donnerait alors la constante L + 10C. Celle-ci devient par conséquent plus variable que la L + 5C au cours de la lactation; nous pouvons le démontrer.

Les cendres augmentent au cours de la lactation (période colostrale à part) de 1,8 gr. Le lactose diminue de 9 gr.

Ainsi 1,8 × 10 = 18 gr. d'augmentation
— 9 gr. diminution du lactose

9 gr. d'écart.

alors que la L + 5C n'a aucun écart.

Dans les laits pathologiques L + 5C faiblit rapidement et cela d'autant plus que le lactose diminue. L'augmentation des cendres × 5 n'est pas suffisante pour maintenir L + 5C dans ses limites normales. L + 10C, au contraire, se comporte beaucoup mieux et nous avons tout lieu de croire que sa valeur serait sensiblement pareille à celle de la C.M.S. Elle aurait presque la même base physiologique, si la détermination analytique des cendres devenait possible, sans pertes de chlorures. Malheureusement, il

n'en est rien et nous reconnaissons volontiers que dans les cas de laits pathologiques, les constantes L + 5C, L + 10C, C.M.S.R., etc., sont de peu d'utilité.

En résumé, de toutes les constantes chimiques, c'est la L + 5C qui présente les écarts les moins grands (lait normal). Elle est donc tout indiquée pour la recherche du mouillage et nous la préconisons.

Cette constante mériterait d'être étudiée soigneusement dans chaque région.

Nous l'avons étudiée sur plus de 200 laits marocains, la moyenne est de 84,64 et varie entre 81,94 et 87,24. Au-dessous de 81, nous affirmons le mouillage, à la condition bien entendu que le lait soit normal et que l'ensemble des caractères du lait se prête à cette affirmation.

CHAPITRE IV

RECHERCHE DU LAIT DE BREBIS DANS LE LAIT DE VACHE

La fraude par adjonction de lait de brebis au lait de vache est courante en milieu indigène au moment de l'agnelage. L'indigène se trouvant avoir du lait de brebis en assez grande quantité n'hésite pas un instant à le mélanger au lait de vache. Il peut, en outre, y ajouter une certaine quantité d'eau, qui passera inaperçue au lactodensimètre, puisque le lait de brebis est plus riche en matière grasse.

Nous avons étudié la question et après enquête, nous avons pu apprendre comment se pratiquait la double fraude : à 20 litres de lait de vache sont ajoutés 10 litres de lait de brebis et 6 litres d'eau environ, le mélange a comme densité 1.030 à 1.031,5, matière grasse, 38 à 42, point cryoscopique qui a enregistré l'addition d'eau 0°457.

Peu de recherches ont été faites sur la question, car cette fraude est peu connue et les travaux que nous connaissons se sont adressés surtout au mélange lait de vache, lait de chèvre. Nous avons voulu cependant appliquer deux méthodes citées dans la bibliographie laitière concernant le lait de chèvre. Les résultats ne sont pas assez nets pour certifier la fraude par le lait de brebis. Nous en avons modifié une que nous allons exposer ici. Pour éclairer le sujet, nous allons d'abord donner quelques considérations sur le lait de brebis.

Le lait de brebis

Le lait de brebis est d'un blanc jaunâtre. Sa saveur et son odeur sont moins agréables que celles du lait de vache. Il faut plus de présure pour le coaguler. La crème monte plus lentement et fournit un beurre plus mou et de conservation difficile. Son taux d'extrait sec est énorme et atteint quelquefois 20 % et plus. La matière grasse et la caséine sont parallèlement très élevées, puisque leur teneur va respectivement à 70 et 80 gr. pour celle-là et 55 à 70 gr. pour celle-ci.

Moyenne sur dix analyses de lait de brebis faites par nous

Densité à 15°	1.034,5	1.038
Extrait sec total	142,5	187,8
Matière grasse	48.8	69,8
Matières albuminoïdes	34	53
Lactose	49	54,9
Acidité	24,2	27,1
Caséine	36	55,2
Cryoscopie	0,560°/0,565°	

Les acides capryliques et capriques sont plus élevés dans le lait de brebis que dans le lait de vache et c'est sur ces acides que Casares Lopez et nous-même, avons basé nos recherches.

	Acides capryliques concentration moléculaire en %	Acides capriques concentration moléculaire en %	Auteurs
Brebis	2,0	3,0	Dhingra
Vache	5,8	10,0	Dhingra
Vache	1,16	1,19	Crowther et
Brebis	4,23	4,79	Hynd

Ces valeurs ne sont pas en parfait accord, mais elles montrent que le lait de brebis contient une teneur en acides caprylique et caprique beaucoup plus élevée.

Méthode de M. Casares Lopez, pour l'identification du lait de chèvre dans le lait de vache

Nous avons appliqué cette méthode au lait de brebis, mais sans résultat appréciable ou tout au moins sans certitude formelle.

Il identifie la présence du lait de chèvre dans le lait de vache de la manière suivante : on isole et on saponifie le beurre pour dissoudre ensuite les savons alcalins dans l'eau et enfin précipiter les acides gras par un sel de Mg. On filtre, le caprilate et le butyrate de Mg passent dans le liquide; par addition d'une solution de sulfate de cuivre, il y a formation d'un précipité verdâtre si l'acide caprylique s'y trouve en abondance.

Technique. — On place dans un erlenmeyer 25 cc3 de lait plus 25 cc3 de HCl concentré; on chauffe à feu nu, en agitant jusqu'à ébullition; lorsque le liquide est un peu refroidi, on verse dans une ampoule à décantation, on ajoute 20 cc3 d'éther et on agite. Il faut ensuite placer la solution éthérée dans une capsule; on évapore et on ajoute 5 cc3 de glycérine et 1 cc3 de KOH à 50 %, puis on chauffe progressivement jusqu'à saponification complète, le savon formé est dissous dans 100 cc3 d'eau à 60°.

A 50 cc3 de cette solution, placés dans un erlenmeyer, on ajoute 25 cc3 de solution de SO^4Mg à 15 0/00, on bouche et on agite énergiquement puis on laisse reposer 5 heures et on filtre sur papier. Au liquide obtenu, on ajoute 10 cc3 de solution SO^4Cu (3 gr. 12 de sel cristallisé, 50 gr. d'acétate sodique et 1 cc3 d'acide acétique glacial dans 1.000 cc3 d'eau). Si, au bout d'une heure, il ne s'est formé aucun précipité très faible, on peut affirmer qu'il s'agit de lait de vache, un abondant précipité indique la présence de lait de chèvre.

Nous avons appliqué cette méthode au lait de brebis. Tous nos résultats ont été incertains, la teinte variant du vert jade trouble au vert opalescent sans précipité appréciable. Nous avons répété nos expériences sur de nombreux laits de brebis et de mélange sans avoir une certitude. Au reste, nos résultats ont été tout aussi douteux en ce qui concerne le mélange lait de vache et chèvre.

Nous avons alors remplacé le sulfate de cuivre par de l'acétate de cuivre 6 0/00 et 1 cc3 d'acide acétique. Les résultats ont été plus probants,

sans être complètement nets et les voici résumés dans le tableau ci-dessous :

Méthode de Lopez au SO4Cu	
Laits	Résultats
de vache 20 l. de brebis 10 l.	vert jade trouble sans précipité
de brebis	vert jade clair
de vache	jade vert clair
de vache 20 l. de brebis 10 l.	Bleu opalescent
de vache	vert clair

Méthode de Lopez modifiée à l'acétate de cuivre	
Laits	Résultats
de vache 20 l. de brebis 10 l.	vert jade opalescent
de brebis	vert jade trouble avec dépôt
de vache	jade vert trouble
de vache 20 l. de brebis 10 l.	vert jade à peine trouble opalescent
de vache	vert jade trouble

En résumé, cette méthode manque de précision pour la recherche du lait de brebis dans le lait de vache.

Nous nous sommes adressé ensuite à une méthode proposée par le Docteur Giovanni Mantovani, toujours pour mettre en évidence l'adjonction du lait de vache au lait de chèvre. A la lecture de l'article nous pensions l'appliquer facilement au lait de brebis et résoudre ainsi une partie du problème. Nous avons vite reconnu que cette méthode très simple en apparence est peu facile à appliquer et donne encore des résultats sans valeur parce que variables.

Voici la méthode : Schardinger, à la fin de 1902, avait noté que le lait de vache soumis précédemment au chauffage, avait le pouvoir de décolorer, à une température d'environ 45°, un mélange constitué par 5 cc3 d'une solution saturée de bleu de méthylène, 5 cc3 de formaline et 190 cc3 d'eau.

En ce qui concerne le mécanisme de cette réaction, presque tous les savants sont actuellement d'accord pour retenir que la décoloration du réactif est due à une enzyme spéciale que récemment Sbarsky et Michlin auraient réussi à isoler), laquelle aurait le pouvoir de mobiliser les éléments de l'eau et qui, pour cela, a été appelée : « Perhydridase ». Il s'agirait donc d'un système d'oxydo-réduction dans lequel le bleu de méthylène fonctionnerait comme accepteur de l'H. tandis que la formaline le serait pour l'O.

Des recherches très poussées ont été faites ensuite par certains chercheurs pour mettre en évidence l'enzyme dans le lait, à divers moments de la lactation et dans les divers composants du lait lui-même. Nous dirons seulement que l'enzyme se montre liée aux globules de graisse.

Après ces brèves considérations préliminaires, passons à l'exposition des résultats. Voici la technique :

10 cc3 de lait à examiner sont agités dans une éprouvette avec 5 cc3 d'éther de pétrole, on laisse reposer quelques minutes et on pipette 5 cc3 de la solution graisseuse qui s'est séparée à la surface. A celle-ci mise dans un tube à essai, on ajoute 2 gouttes du réactif de Schardinger. Après agitation, le tube est immergé dans un bain-marie à la température d'environ 40°. On chauffe graduellement jusqu'à 70° en procédant avec précaution pour éviter une ébullition trop rapide de l'éther. A 70°, la masse qui contient le lait de vache se décolore en quelques minutes, à condition

toutefois que dans le mélange, le lait de vache entre dans une proportion non inférieure à 10 %.

Nous avons donc repris cette technique pour l'appliquer au mélange lait de vache, lait de brebis. La difficulté de la méthode résulte :

1° dans la séparation de la solution graisseuse après addition au lait de l'éther de pétrole. Nous sommes arrivé à un meilleur résultat en prenant un entonnoir à décantation au lieu d'une éprouvette, car il est difficile avec une pipette de bien siphonner la solution grasse ;

2° surtout dans le chauffage : en prenant toutes les précautions nécessaires, le liquide éthéro-graisseux se met à mousser et à déborder malgré l'ajout par nous d'un long tube de verre jouant l'office de réfrigérant ascendant.

3° la décoloration est plus ou moins nette et ne peut servir à affirmer exactement la fraude.

Nous avions entrepris, voici quelques années, des recherches sur cette fraude et devant nos insuccès, nous avons repris nos anciens travaux afin de les mettre au point. Nous avons obtenu des résultats indéniables offrant aux chercheurs une garantie absolue : il s'agit de deux méthodes qui, appliquées selon notre technique, sont concluantes : la première est une application au lait de la méthode chimique de la recherche des acides volatils solubles et insolubles du beurre et la deuxième une méthode biologique qui a pour objet la mise en évidence de la floculation.

Méthode chimique — Recherche des acides volatils solubles et insolubles dans le lait de vache, de brebis et de mélange

Comme nous l'avons vu plus haut, le lait de brebis contient plus d'acides caprylique et caprique que le lait de vache. Or la recherche des acides volatils insolubles (ou indice de Polenske) correspond essentiellement à la teneur en ces acides. Il nous est donc venu l'idée d'étudier cet indice de Polenske, surtout dans les laits de brebis et de mélange vache et brebis, les recherches de ce côté étant rares et discordantes. Cet indice ne servait jusqu'ici que dans l'analyse des beurres pour y déceler les fraudes par addition de margarine, beurre de coco, etc.

Malgré le manque de littérature au sujet de l'indice de Polenske, nous avons pu trouver les chiffres suivants, extraits d'un article paru dans la revue « Le Lait », avril 1938, sur l'identification du fromage de Roquefort par G. Genin.

PRODUIT	INDICE DE POLENSKE	
	Lait de vache	Lait de brebis
Matière grasse extraite du beurre	1,35/3,00	4,9/6,5
— —	1,50/3,00	
Beurre australien	2,0	
Beurre danois	1,40/2,30	
Beurre de vache	2,1	
Beurre de vache	1,70/3,10	
Fromage de Roquefort		4,5
Matière grasse extraite du lait de brebis		5,2/6,6
Lait de brebis		8,0
Fromage de lait de brebis		3,8
Matière grasse du lait	1,80/5,80	2,2/6,9

Les chiffres de ce tableau montrent qu'en général la matière grasse provenant du lait de brebis a un indice de Polenske nettement supérieur à la matière grasse provenant du lait de vache. Les chiffres de la dernière ligne du tableau montrent toutefois qu'on a enregistré parfois un indice de Polenske de 5,8 pour la matière grasse provenant du lait de vache et un indice de Polenske de 2,2 pour la matière grasse extraite du lait de brebis, mais il est difficile d'établir la valeur qu'il faut attribuer à ces dernières déterminations. Des modifications nombreuses ont été apportées au mode opératoire et il est normal que les déterminations faites par des expérimentateurs, n'employant pas la même méthode, donnent parfois des résultats contradictoires.

Dans le but d'apprécier dans quelle limite on peut établir des déductions précises d'après la valeur de l'indice de Polenske, nous avons étudié 100 laits provenant de vache et de brebis et nous avons déterminé, en adoptant toujours le même procédé, l'indice de Polenske de ces différents laits.

L'indice de Polenske ne peut vraiment donner de résultat que si les expérimentateurs suivent la même marche, c'est pourquoi nous recommandons aux chercheurs le même procédé :l'indice n'aura toute sa valeur que dans ce cas et permettra de déterminer, alors à coup sûr, l'addition de lait de brebis au lait de vache.

Technique : Extraction de la matière grasse du lait

Pour l'analyse nous travaillons sur 5 grammes de matière grasse et pour son extraction nous opérons comme suit :

Nous mettons 150 cc3 de lait bien mélangé dans un cristallisoire de 20 cm. de diamètre environ, que nous laissons reposer à la glacière pendant une dizaine d'heures. Après ce repos, nous prélevons la crème montée à la surface et nous traitons par moitié avec de l'acide chlorhydrique concentré, on chauffe à feu nu, en agitant jusqu'à ébullition. Nous laissons refroidir complètement, la matière grasse monte à la surface. Nous la prélevons à l'aide d'une cuiller en porcelaine, l'introduisons dans un entonnoir à décantation avec de l'éther sulfurique dans la proportion de 40 %. On agite le tout. Après repos, le liquide se sépare en deux couches, nous utilisons la solution éthérée contenant la matière grasse. Nous la versons dans une capsule et évaporons au bain-marie. Nous purifions par passage successif dans des capsules jusqu'à élimination de toute trace du liquide acide. Nous obtenons ainsi une matière grasse qui se solidifie facilement à la température ambiante.

Pour obtenir l'indice de Polenske, but de notre étude, il faut d'abord doser les acides volatils solubles; voici comme nous opérons :

Réactifs. — Solution aqueuse d'acide sulfurique, renfermant 25 cc3 de SO^4H^2 concentré par litre. Solution de soude, obtenue en faisant dissoudre 50 gr. de NaOH à l'alcool, non carbonatée, dans 50 cc3 d'eau. 2 cc3 de cette lessive doivent saturer 30 à 35 cc3 de la solution sulfurique précédente.

Mode opératoire. — Introduire dans un ballon de 250 cc3 environ, 5 grammes de la matière grasse fondue. Ajouter 20 cc3 de glycérine pure à 30 Bé et 2 cc3 de la solution de soude. Chauffer sur une toile métallique de façon que la flamme de la lampe s'étale sur la moitié du fond du ballon, agiter continuellement jusqu'à ce que la masse, qui au début mousse quelquefois fortement au point de déborder (ce qu'on évite en

éloignant l'essai de la flamme), soit devenue tranquille et bien homogène. Ce résultat est obtenu en six minutes. Laisser reposer 5 minutes et ajouter peu à peu 90 cc3 d'eau distillée bouillante. Nous disons peu à peu parce que le liquide tend à déborder par projection. Le savon doit se dissoudre en fournissant une liqueur limpide.

Additionner alors d'une pincée de pierre ponce pulvérisée et de 50 cc3 de la liqueur sulfurique, puis procéder à la distillation.

Pour faire cette opération, fermer le ballon avec un bouchon livrant passage à un tube à entonnoir, de 10 cm. de longueur environ. L'entonnoir contient du coton de verre non pressé, enfermé dans un cylindre de mailles de laiton entrant à frottement dans l'entonnoir. Le système est attelé à un réfrigérant descendant et on chauffe le ballon sur une toile métallique de façon que la flamme de la lampe s'étale sur toute la face inférieure du ballon, sans en lécher les parois latérales. Recevoir le liquide condensé dans un ballon jaugé de 110 cc3. La distillation doit s'effectuer en 30 à 35 minutes et il faut recueillir exactement 110 cc3 de liqueur.

Mettre dans le ballon jaugé, gros comme un pois de talc, boucher et retourner doucement et complètement. Agiter fortement en imprimant au ballon des secousses latérales très précipitées. Retourner à nouveau le ballon, filtrer sans perte sur un petit filtre sec et sans plis de 8 cm. maximum de diamètre, recueillir exactement 100 cc3 et mesurer l'acidité à l'aide de NaOH N/10 en présence de phtaléine.

Le nombre n de cc3 utilisés multiplié par 1,1 donne l'acidité de 110 cc3 et indique la quantité des acides volatils solubles contenus dans 5 gr. de matière grasse.

Indice de Polenske ou dosage des acides volatils solubles dans l'eau et solubles dans l'alcool

Après l'opération qui vient d'être décrite, les acides volatils insolubles se trouvent en partie sur le filtre avec le talc, en partie dans le ballon de 110 cc3 avec le liquide non filtré, enfin une petite partie peut rester dans le tube réfrigérant de l'appareil à distiller.

Pour réunir le tout, remplacer le ballon et le tube qui le surmonte par un autre ballon contenant environ 60 cc3 d'alcool à 90°. Mettre en communication par un tube coudé avec le réfrigérant, puis distiller de façon à recueillir environ 50 cc3, ce qui suffit à dissoudre les acides restés dans l'appareil. Prendre un becher de 250 cc3, y mettre les 10 cc3 non filtrés, rincer la fiole et l'entonnoir à l'aide des 50 cc3 d'alcool restants, ajouter le filtre contenant le talc et malaxer le tout avec un agitateur.

Ajouter alors au liquide du becher de la phtaléine et NaOH N/10 jusqu'à coloration rouge. Soit n le nombre de cc3 trouvés; il faut retrancher l'acidité des 10 cc3 de liquide aqueux, soit $\frac{n}{10}$, puis l'acidité des 50 cc3 d'alcool employés et mesurée dans un essai particulier, soit a :

$$n - \left(\frac{n}{10} + a\right) = \text{indice de Polenske.}$$

Voici dans le tableau ci-dessous nos résultats. Nos essais ont porté sur du lait de vache, de brebis et des mélanges.

O X = Teneur en lait de brebis %.
O Y = Indice de POLENSKE.

Diagramme = Moyenne de la teneur en lait de brebis %.

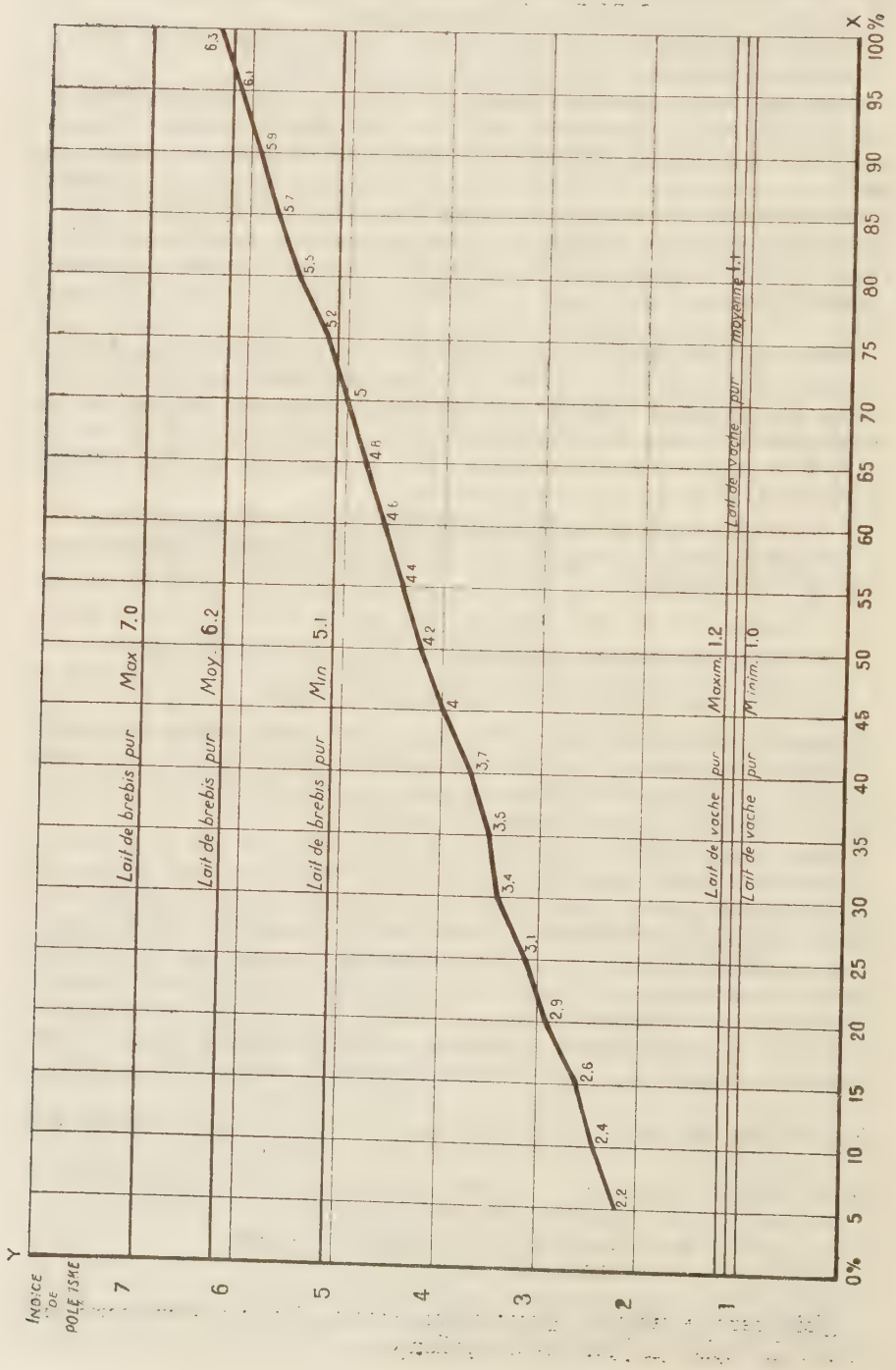

TABLEAU DONNANT L'INDICE DE POLENSKE DANS DIVERS LAITS PURS ET DES MELANGES

Indice de Polenske											
Lait de vache	Lait de brebis	Mélange 5 %	Mélange 10 %	Mélange 15 %	Mélange 20 %	Mélange 25 %	Mélange 30 %	Mélange 35 %	Mélange 40 %	Mélange 45 %	Mélange 50 %
1.0	5.9	2.0	2.6	2.4	2.9	2.7	3.4	3.3	3.9	4.0	4.1
1.1	6.0	2.2	2.5	2.4	2.9	2.9	3.1	3.7	3.9	4.1	4.1
1.1	5.1	2.2	2.6	2.7	2.9	2.9	3.7	3.7	3.9	4.0	4.2
1.1	6.6	2.3	2.4	2.7	3.1	3.2	3.5	3.7	3.7	4.1	4.3
1.2	6.8	2.0	2.3	2.8	3.2	3.6	3.3	3.4	3.8	3.9	4.3
1.1	7.0	2.2	2.3	2.4	3.2	3.5	3.4	3.3	3.9	3.9	4.2
1.1	6.1	2.1	2.4	2.7	3.1	3.4	3.4	3.4	3.7	4.0	4.3
1.2	7.0	2.4	2.6	2.6	2.9	3.2	3.7	3.6	3.4	4.1	4.1
1.2	5.8	2.3	2.4	2.5	2.7	3.0	3.3	3.7	3.5	4.3	4.1
1.1	6.1	2.3	2.5	2.6	2.9	3.2	3.4	3.5	3.6	4.2	4.1
1.1	6.1	2.1	2.4	2.6	2.8	2.9	3.6	3.6	3.8	4.0	4.0
Max. : 1.2	7.0	2.4	2.6	2.8	3.2		3.7	3.7	3.9	4.3	4.3
Min. : 1.0	5.1	2.0	2.3	2.4	2.7	2.7	3.1	3.3	3.4	3.9	4.0
Moyenne 1.1	6.2	2.1	2.3	2.6	2.9	3.1	3.4	3.5	3.7	4.0	4.2

Ce tableau montre les résultats que l'on peut tirer de l'indice de Polenske; la matière grasse extraite du lait de vache a un indice qui ne varie que dans de très faibles limites 1,0 à 1,2, celle du lait de brebis, par contre, a un indice élevé et variant assez fortement entre 5,1 et 7,0 et les mélanges donnent tous un indice bien supérieur à l'indice de la matière grasse extraite du lait de vache.

Cette méthode, exécutée suivant notre marche, permet à coup sûr de déceler la fraude du lait de vache par le lait de brebis.

Pour le spécialiste, il importe plus d'avoir la preuve de la fraude que d'en connaître exactement le degré, bien que par ce moyen il peut, à quelque chose près, être renseigné. Il est donc inutile d'insister davantage sur l'intérêt capital de l'indice de Polenske trop peu connu actuellement dans les laboratoires pour la recherche de cette fraude.

Discussion des diagrammes de l'indice de Polenske

Pour donner plus de clarté au tableau des indices de Polenske, nous l'avons représenté graphiquement et en avons recherché l'équation.

Nous avons porté en abcisse la teneur en lait de brebis (%), et en ordonné l'indice de Polenske.

Comme nous l'avons déjà écrit ci-dessus, pour rechercher l'indice de Polenske ou dosage des acides volatils insolubles dans l'eau et soluble dans l'alcool; on est d'abord obligé de rechercher les acides volatils solubles dans le corps gras à analyser. Le mode opératoire étant assez long peut être entaché d'erreurs suivant les opérateurs erreurs qui peuvent se décomposer comme suit :

1° sur l'extraction de la matière grasse qui peut être extraite de diverses façons, d'où pureté finale différente ;

2° pesée plus ou moins exacte ;

3° saponification qui doit être poussée au même point pour fournir

un savon qui se dissout facilement dans l'eau en donnant une liqueur limpide de couleur ambrée ;

4° distillation qui doit être effectuée en 30 à 35 minutes et rendre exactement 110 cc3 de liqueur ;

5° doser exactement l'acidité avec NaOH N/10 sur 100 cc3.

De même pour l'indice de Polenske, on devra suivre rigoureusement le procédé décrit antérieurement, ces conditions étant essentielles si l'on veut un minimum d'écart entre deux analyses.

Recherche de l'équation

L'indice de Polenske ou proportion des acides volatils insolubles dans l'eau et solubles dans l'alcool, apparaît être directement proportionnel au pourcentage de lait de brebis contenu dans un lait de vache.

Si l'on désigne par Y cet indice et X la proportion du lait de brebis, on a la relation :

$$Y = aX + b,$$

a et b étant des coefficients aisés à déterminer, on prend par exemple les points extrêmes de nos expériences :

$$Y1 = 2{,}2 \qquad X1 = 5\ \%.$$
$$Y2 = 4{,}2 \qquad X2 = 50\ \%.$$

$$a = \frac{Y2 - Y1}{X2 - X1} = 0{,}044.$$

$Y1 = 0{,}044\ X1 + b$; $b = 2{,}2 - 0{,}22 = 1{,}98$.

Pour $X = 30\ \%$, il vient d'ailleurs.

$Y = 0{,}044 \times 30 + 1{,}98 = 3{,}3$ au lieu de 3,4 moyenne trouvée.

Les expériences faites ont été limitées au pourcentage de lait de brebis compris entre 5 et 50 % (la fraude n'excédant pas ce pourcentage), on peut se demander s'il est possible d'extrapoler ces résultats. Le lait de brebis peut donner un indice moyen de 6,2, l'équation précédente donnerait :

$$Y = 0{,}044 \times 100 + 1{,}98 = 6{,}4,$$

ce qui montre la proportionnalité des acides volatils solubles dans l'alcool, au pourcentage du lait de brebis contenu dans un lait de vache.

Méthode immunologique pour la différenciation du lait de brebis dans le lait de vache

La majeure partie des matières azotées, que l'on trouve dans le lait, appartient au groupe des matières albuminoïdes, ce qui nous a amené à reprendre les travaux de Bordet pour la distinction des laits ou l'identification des laits dans les mélanges, la méthode des sérums précipitants.

Nous avons, en nous inspirant de sa technique, mis au point deux méthodes.

Nos expériences ont porté sur des lapins et sur une génisse.

Aux premiers nous avons injecté du lait de brebis et du lactosérum dans le péritoine; quant à la génisse, nous avons injecté du lait par piqûre sous-cutanée.

Prélèvement du lait de brebis. — Lavage à l'eau bouillie du pis, savonnage, brossage et essuyage avec une serviette fraîchement repassée. Les premiers jets ont été éliminés et le lait, réservé à l'injection et à la préparation du lactosérum, a été reçu dans un ballon stérile. La température rectale des animaux en expérience a été prise matin et soir,

nous n'avons jamais noté une grosse élévation de celle-ci qui a toujours été comprise entre 39°4 et 39°9.

Nous avons prélevé le sang par ponction du cœur pour les numéros 1, 2 et 3, quant au n° 4 nous l'avons sacrifié par ponction de la carotide.

Tous ces sérums ont eu le même pouvoir précipitant, exception faite. Toutes ces manipulations ont été faites aseptiquement.

1° Méthode

toutefois pour le lapin femelle n° 2, qui a donné un sérum beaucoup plus faible. Nous en avons attribué la cause à l'état de gestation de cette femelle car nous savons que le pouvoir d'un sérum, provenant d'une femelle pleine, perd de son activité: il faut donc éliminer toute lapine dans cet état.

Tableau permettant de suivre nos injections de lait de brebis aux lapins en expérience

Dates des injections	Lapin mâle N° 1			Lapin femelle 2		
	Quantité de lait injecté	Température		Quantité de lait injecté	Température	
		M	S		M	S
10 heures 14-2-41	1 cc3	10 h. 39,6	18 h. 39,6	2 cc3	10 h. 39,7	18 h. 39,8
10 heures 19-2-41	2 cc3	39,6	39,5	3 cc3	39,6	39,7
10 heures 24-2-41	3 cc3	39,4	39,4	4 cc3	39,5	39,5
10 heures 1-3-41	4 cc3	39,4	39,4	5 cc3	39,5	39,6
10 heures 6-3-41	5 cc3	39,5	39,6	6 cc3	39,5	39,5
10 heures 11-3-41	5 cc3	39,6	39,6	6 cc3	39,5	39,5
10 heures 16-3-41	prélèvement de sang			prélèvement de sang		

Dates des injections	Lapin mâle N° 3			Lapin femelle 4		
	Quantité de lait injecté	Température		Quantité de lait injecté	Température	
		M	S		M	S
10 heures 14-2-41	3 cc3	10 h. 39,6	18 h. 39,6	5 cc3	10 h. 39,8	18 h. 39,8
10 heures 19-2-41	4 cc3	39,6	39,7	6 cc3	39,7	39,8
10 heures 24-2-41	5 cc3	39,5	396	7 cc3	39,8	39,9
10 heures 1-3-41	6 cc3	39,6	39,7	9 cc3	39,6	39,9
10 heures 6-3-41	7 cc3	39,6	39,8	10 cc3	39,6	39,9
10 heures 11-3-41	8 cc3	39,6	39,6	10 cc3	39,6	39,7
10 heures 16-3-41	prélèvement de sang			prélèvement de sang		

Technique. — Après de nombreuses expériences, voici comment nous procédons :

Dans des tubes à hémolyse, nous mettons 2/10 cc3 de sérum de lapin plus 1 cc3 de sérum physiologique à 8 0/00. Nous mélangeons le tout qui est complètement clair. Nous portons le tube et son contenu dans une étuve réglée à 38° : température permettant une bonne précipitation. Nous laissons dans l'étuve jusqu'à ce que le mélange ait pris la température ambiante. Ensuite nous ajoutons rapidement une goutte de lait suspect. Nous mélangeons en secouant le tube plusieurs fois. Le liquide est, cette fois, trouble, laiteux. Nous remettons à l'étuve et nous examinons au bout d'une heure environ. Tout lait contenant un minimum de 5 % de lait de brebis, rend le liquide contenu dans le tube complètement clair avec quelques légers flocons en suspension et un dépôt attaché au culot du tube. Il y a eu précipitation.

Nous avons répété nos expériences de nombreuses fois et le tableau ci-dessous en donnera le détail. Nous avons toujours eu un résultat positif pour une addition de lait de brebis au lait de vache.

Quand le lait de vache n'a pas été fraudé, le liquide reste trouble, parfois il y a une légère précipitation. Il suffit alors d'agiter légèrement le tube pour voir le milieu redevenir complètement opaque. Quand il y a fraude, au contraire, le précipité reste au fond, malgré une agitation assez violente du tube.

Nous avons recherché si le sérum de lapin non préparé agissait sur le lait de vache, le lait de brebis et le mélange des deux. Le résultat a été négatif, ce sérum n'a donc aucune action.

Tableau résumant quelques-unes de nos expériences.

Date	Laits examinés	2/10 cc3 de sérum + 1 cc3 eau physiologique + 1 goutte de lait suspect			Résultats
18-3-41	Lait de vache	»	»	»	—
»	Lait de brebis	»	»	»	+
»	Lait de brebis 5 Lait de vache 95	»	»	»	+
»	Lait de brebis 10 Lait de vache 90	»	»	»	+
20-3-41	Lait de vache	»	»	»	—
»	Lait de brebis	»	»	»	+
»	Lait de brebis 15 Lait de vache 85	»	»	»	+

2° Méthode

Lapins n° 5 et 6, 10 injections intra-péritonéales, à 5 jours d'intervalle, de lactosérum de brebis (préparation ci-dessous), suivant les doses :

1ère : 5 cc3;
2ème : 7 cc3;
3 à 10ème : 10 cc3,
soit 92 cc3.

Ces deux lapins ont été saignés le 7ème jour après la dernière injec-

tion par ponction aseptique de la carotide. Le sérum doit être limpide. et privé d'hémoglobuline.

Préparation du lactosérum. — Notre lait de brebis recueilli comme ci-dessus est séparé de sa matière grasse par centrifugation et coagulé pour séparation de la caséine par addition de 6 % d'acide acétique (solution) à 20 %. élimination de la caséine par filtration. Avant d'être injecté aux lapins, nous neutralisons le lactosérum obtenu, pour nous rapprocher des conditions sérologiques normales. Nous le conservons en glacière à +5° pour nos séries d'injections.

Comme dans toute recherche de précipitations spécifiques, il faut observer une certaine proportion dans le mélange anticorps-antigène.

Nous nous sommes servi de tubes à hémolyse dans lesquels des doses croissantes de 1 à 10 gouttes d'antisérum sont ajoutées, à raison de 1 goutte de lactosérum de brebis, en présence d'eau physiologique à 8 0/00.

Le lactosérum employé pour la précipitation n'est pas neutralisé mais doit être limpide, ce que l'on obtient par centrifugation et filtration.

Lait de brebis						
	GOUTTES					
Antisérum n° 5	1	2	3	4	5	6
Eau physiologique 8 0/00	10	9	8	7	6	5
Lactosérum de brebis ...	1	1	1	1	1	1
Résultats	+	+	+	+	+	+

Lait de vache						
	GOUTTES					
Antisérum N° 5	1	2	3	4	5	6
Eau physiologique 8 0/00	10	9	8	7	6	5
Lactosérum de vache	1	1	1	1	1	1
Résultats	—	—	—	—	—	—

Laits de brebis 5 cc3
Lait de vache 95 cc3

	GOUTTES						
Antisérum N° 6	1	2	5	4	5	6	7
Eau physiologique 8 0/00	10	9	8	7	6	5	4
Lactosérum du mélange	1	1	1	1	1	1	1
Résultats	—	—	+	+	+	+	+

A partir de trois gouttes d'antisérum le résultat est franchement positif.

Lait de brebis 10 cc3
Lait de vache 90 cc3

	GOUTTES						
Antisérum N° 5	1	2	3	4	5	6	7
Eau physiologique 8 0/00	10	9	8	7	6	5	4
Lactosérum du mélange	1	1	1	1	1	1	1
Résultats	—	+	+	+	+	-	+

A partir de deux gouttes d'antisérum, le résultat est très positif.

Au-dessus de 15 % de lait de brebis dans le lait de vache, le résultat est positif à partir de une goutte d'antisérum.

Le résultat s'obtient après une heure environ d'étuve réglée à 38°.

Ces deux méthodes ont sensiblement la même valeur, l'avantage de la deuxième est une lecture plus facile du résultat, la précipitation étant plus nette et souvent plus rapide.

Comme nous l'avions annoncé au début de cette étude, nous avons préparé une génisse avec du lait de brebis, en lui faisant des injections sous-cutanées de :

10 cc3	de lait de brebis	le 23-4-41
20 cc3	»	le 28-4-41
30 cc3	»	le 3-5-41
40 cc3	»	le 8-5-41
50 cc3	»	le 13-5-41
50 cc3	»	le 18-5-41
50 cc3	»	le 23-5-41

après prélèvement du sang dans la jugulaire afin d'extraire le sérum, nous avons soumis ce dernier à de nombreuses expériences sans avoir eu de résultat positif.

Nous préconisons donc le lapin comme animal d'expérience, plus commode à se procurer dans un laboratoire et pouvant fournir facilement par ponction du cœur ou de la carotide 20 cc3 de sang, et ceci au moins une fois par semaine.

Le sérum extrait du sang peut être gardé à la glacière dans des tubes stériles, soit dans des ampoules de verre stériles scellées à la lampe et conservées au frais. Ce qui permet de garder pendant plusieurs mois un sérum actif et surtout de l'expédier dans d'autres laboratoires, non outillés pour ce genre de travail.

Nous espérons que ces méthodes permettront au spécialiste la recherche de cette fraude.

CHAPITRE V

RESULTATS DE QUELQUES UNES DE NOS ANALYSES

Laits de petit mélange			
	Lait N° 1	**Lait N° 2**	**Lait N° 3**
Température ambiante	27°	27°	26°
Analyse chimique			
Densité à 15°	1.030,8	1.029	1.030,5
Acidité Dornic	17°3	17°5	54°
Matière grasse	38	33	47
Lactose	52,3	48,8	44,7
Extrait sec total	133,4	123,7	143,4
Extrait dégraissé	95,4	90,7	96,4
Cendres	7,25	7,1	5,55
Chlorures	1,28	1,28	1,48
Caséine	28,68	27.84	36,84
Matières protéiques	35,85	34,8	46,05
Constante de Bouin	88,85	84,3	72,45
C. M. S.	67,53	64,03	62,07
C. M. S. R.	71,96	67,88	67,26
Constantes physiques			
pH	6,70	6,80	5,1
Cryoscopie	0,53°	0,515°	0,68°
Réfractométrie	1.34300	1,34245	
Analyse biologique			
Filtration (sur rondelle ouate)	propre	propre	
Thybromol catalase	normale	normale	anormale
Dégagement d'O	20'	25'	50'
Réductase	2 h. 30	40 minutes	5 minutes
Nombre de germes au cc3	735.000	630.000	19.800.000
Nombre de colibacilles au cc3	+ 5.000	+ 10.000	+ 10.000

	Lait N° 4	**Lait N° 5**	**Lait N° 6**
Température ambiante	26°	25°	26°5
Analyse chimique			
Densité à 15°	1.028,5	1.030	1.030,5
Acidité Dornic	16°8	16°8	16°8
Matière grasse	32	38	35

	Lait N° 4	Lait N° 5	Lait N° 6
Lactose	49,3	50,3	49,3
Extrait sec total	115,8	117	133,4
Extrait dégraissé	83,8	79	98,4
Cendres	7,75	7,35	7,45
Chlorures	1,34	1,37	1.93
Caséine	21,4	17,8	33,32
Matières protéiques	26,75	21,35	41,65
Constante de Bouin	87,05	87,25	86,55
C. M. S.	65,34	66,80	72,36
C. M. S. R.	68,77	70,54	77,13
Constantes physiques			
pH	6,95	7,01	6,5
Cryoscopie	0,50°	0,53°	0,52°
Réfractométrie	1.34227	1.34257	1.3460

	Lait N° 7	Lait N° 8	Lait N° 9
Température ambiante	27°	27°	27°
Analyse chimique			
Densité à 15°	1.029,5	1.027	1.031
Acidité Dornic	17°4	14°8	18°4
Matière grasse	28	38	52,2
Lactose	41,6	45,2	53,8
Extrait sec total	123,6	143,4	154,9
Extrait dégraissé	95,7	105,4	102,7
Cendres	8,715	5,9	6,15
Chlorures	1,93	1,63	2,10
Caséine	36,31	54,3	42,75
Matières protéiques	45,39	43,44	34,2
Constante de Bouin	85,15	74,7	94,55
C. M. S.	64,56	64,59	78,79
C. M. S. R.	68,43	69,64	85,7
Constantes physiques			
pH	7,1	6,5	7,2
Cryoscopie	0,51°	0,44°	0,54°
Réfractométrie	1.3445	1.4181	1.34284
Analyse biologique			
Filtration (sur rondelle ouate)	propre	assez propre	assez propre
Thybromol catalase	normale	normale	normale
Dégagement d'O	25	20	10
Réductase	1 h.	1 h. 55	35 minutes
Nombre de germes au cc3	4.920.000	120.000	1.080.000
Nombre de colibacilles au cc3	+ 5.000	+ 10.000	+ 20.000

	Lait N° 10	Lait N° 11	Lait N° 12
Température ambiante	25°	25°	25°
Analyse chimique			
Densité à 15°	1.032	1.030,5	1.032,5
Acidité Dornic	53°	19°5	18°4
Matière grasse	42	53	38
Extrait sec total	136,2	147,9	135,9
Extrait dégraissé	94,2	94,90	97,9
Lactose	49,8	49,3	46,7

	Lait N° 10	Lait N° 11	Lait N° 12
Cendres	7,9	7,9	8,05
Chlorures	1,4	1,4	1,93
Caséine	29,2	30,16	34,52
Matières protéiques	36,5	37,7	43,15
Constante de Bouin	89,3	88,8	86,95
C. M. S.	66,46	65,96	69,66
C. M. S. R.	71,18	71,59	74,68
Constantes physiques			
pH	5,2	6,5	7,00
Cryoscopie	0,65°	0,56°	0,53°
Réfractométrie	1.34254	1.34324	1.34317
Analyse biologique			
Nombre de germes au cc3	12.000.000	22.000	1080.000
Nombre de colibacilles au cc3	+20.000	+ 20.000	+ 20.000
Thybromol catalase	anormale	normale	normale
Réductase	10 minutes	1 h. 30	25 minutes

	Lait N° 13	Lait N° 14	Lait N° 15
Température ambiante	22°	22°	22°
Analyse chimique			
Densité à 15°	1.031	1.032	1.034
Acidité Dornic	16°6	18°4	20°6
Matière grasse	35	40	54
Lactose	46,7	47,7	47,2
Extrait sec total	129	135,9	180,25
Extrait dégraissé	94	95,9	126,25
Cendres	5,55	7,7	8,2
Chlorures	1,34	1,93	1,4
Caséine	35,4	32,4	56,68
Matières protéiques	41,75	40,5	70,85
Constante de Bouin	74,45	86,2	88,2
C. M. S.	62,64	70,6	63,86
C. M. S. R.	66,74	75,65	70,90
Constantes physiques			
pH	6,60	7	6,35
Cryoscopie	0,52°	0,51°	0,55°
Réfractométrie	1.34271	1.34314	1.34371
Analyse biologique			
Filtration (sur rondelle ouate)	assez propre	malpropre	malpropre
Thybromol catalase	normale	normale	normale
Dégagement d'O	40	45	40
Réductase	2 h.	1 h. 10	1 h. 15
Nombre de germes au cc3	495.000	1.680.000	1.350.000
Nombre de colibacilles au cc3	+ 5.000	+ 10.000	+ 10.000

	Lait N° 16	Lait N° 17	Lait N° 18
Température ambiante	23°	23°	23°6
Analyse chimique			
Densité à 15°	1.033	1.029	1.030°,5
Acidité Dornic	18°4	31°	17°6
Matière grasse	31	50	36

	Lait N° 16	Lait N° 17	Lait N° 18
Lactose	46,7	44,2	48,8
Extrait sec total	127,85	127	141,6
Extrait dégraissé	96,85	77	105,6
Cendres	7,75	5,95	7,7
Chlorures	1,87	1,69	1,4
Caséine	33,92	21,48	39,28
Matières protéiques	42,40	26,85	49,1
Constante de Bouin	85 45	73,95	86,3
C. M. S.	68,95	64,31	65,46
C. M. S. R.	73,08	69,08	70,19
Constantes physiques			
pH	7,03	6,95	6,55
Cryoscopie	0,525°	0,58°	0,52°
Réfractométrie	1.34302	1.34268	1.34277
Analyse biologique			
Nombre de germes au cc3	2.160.000	4.576.780	495.000
Nombre de colibacilles au cc3	+ 5.000	+ 5.000	+ 5.000
Réductase	1 h. 35	5 minutes	2 h.
Thybromol catalase	normale	anormale	normale

	Lait N° 19	Lait N° 20	Lait N° 21
Température ambiante	24°5	24°	25°
Analyse chimique			
Densité à 15°	1.033,5	1.035,5	1.032,5
Acidité Dornic	18°4	19°8	17°5
Matière grasse	28	44	64
Lactose	49,8	53,8	48,3
Extrait sec total	155,2	126,35	154,35
Extrait dégraissé	127,2	82,35	100,35
Cendres	8,5	8,05	8,25
Chlorures	1,34	1,28	1,52
Caséine	55,12	16,40	35,04
Matières protéiques	68,9	20,5	43,80
Constante de Bouin	92,3	94,05	89,55
C. M. S.	65,74	69,03	66,38
C. M. S. R.	70,37	73,35	72,41
Constantes physiques			
pH	6,9	7	6,1
Cryoscopie	0,54°	0,57°	0,575°
Réfractométrie	1.34279	1.34427	1.34399
Analyse biologique			
Filtration (sur rondelle ouate)	assez propre	malpropre	assez propre
Thybromol catalase	normale	normale	normale
Dégagement d'O	20	18	30
Réductase	1 h. 05	1 h.	1 h. 15
Nombre de germes au cc3	620.000	2.254.000	395.000
Nombre de colibacilles au cc3	+ 5.000	+ 10.000	+ 10.000

	Lait N° 22	Lait N° 23	Lait N° 24
Température ambiante	25°	25°5	25°5
Analyse chimique			
Densité à 15°	1.031,5	1.032	1.032,5
Acidité Dornic	17°5	18°	16°5
Matière grasse	41	48	46

	Lait N° 22	Lait N° 23	Lait N° 24
Extrait sec total	133,45	148,10	135
Extrait dégraissé	92,45	100,10	89
Lactose	47,2	48,2	49
Cendres	4,5	5,6	7
Chlorures	1,46	1,35	1,4
Caséine	32,60	37,04	18,4
Matières protéiques	40,75	46,3	23
C. M. S.	69,7	76,2	84
C. M. S. R.	64,57	64,25	65,66
Constante de Bouin	69,26	66	68
Constantes physiques			
pH	6,61	6,65	6,71
Cryoscopie	0,555°	0,615°	0,515°
Réfractométrie	1.34277	1.34207	1.33776
Analyse biologique			
Nombre de germes au cc3	74.000	210.000	385.000
Nombre de colibacilles au cc3	0	+ 5.000	+ 10.000
Thybromol catalase	normale	normale	normale
Réductase	2 h. 55	2 h. 30	1 h. 22

	Lait N° 25	Lait N° 26	Lait N° 27	Lait N° 28
Température ambiante	26°	26°	26°3	26°3
Analyse chimique				
Densité à 15°	1.031	1.032,5	1.032,2	1.030
Acidité Dornic	20°	17°6	14°5	27°
Matière grasse	49	52	53	44,5
Lactose	47,5	51	50,5	47
Extrait sec total	129,5	153,5	138,5	129
Extrait dégraissé	80,5	101,5	85,5	84,5
Cendres	7,95	7,98	6,25	7,1
Chlorures	1,39	1,75	1,35	1,39
Caséine	20,04	34,01	23	24,32
Matières protéiques	25,05	42,52	28,75	30,4

	Lait N° 29	Lait N° 30	Lait N° 31	Lait N° 32
Température ambiante	25°	25°	25°	25°
Analyse chimique				
Densité à 15°	1.031,8	1.030,8	1.032,8	1.032
Acidité Dornic	16°	16°5	14°9	18°
Matière grasse	39	52	48	55
Lactose	50	53	49	52
Extrait sec total	128	151,17	139	155,7
Extrait dégraissé	89	99,17	91	100,7
Cendres	7,17	8,32	7,81	8,18
Chlorures	1,29	1,41	1,41	1,6
Caséine	25,46	30,2	27,35	32,22
Matières protéiques	31,85	37,85	34,19	40,52
Constantes physiques				
pH	7,1	5,4	6,98	7,3
Cryoscopie	0,58°	0,555°	0,541°	0,56°

	Lait N° 29	Lait N° 30	Lait N° 31	Lait N° 32
Analyse biologique				
Filtration	malpropre	propre	propre	malpropre
Thybromol catalase	normale	normale	normale	normale
Dégagement O	20	22	25	24
Réductase	1 h.	45 minutes	39 minutes	55 minutes
Nombre de germes au cc	750.000	960.000	1.250.000	2.450.000
Nombre de colibacilles au cc3	+ 5.000	+ 5.000	0	+ 10.000

	Lait N° 33	Lait N° 34
Température ambiante	28°	28°
Filtration	lait assez propre	lait assez propre
Acidité Dornic	17°	18°
Thybromol catalase	coloration : normale	coloration : normale
Dégagement O	10	10
Alcool alizarine	coloration : normale	coloration : normale
pH correspondant	6,4	6,4
Réductase	48 minutes	46 minutes
Nombre de germes au cc3	1.920.000	2.150.000
Nombre de colibacilles au cc3	+ 10.000	— 5.000

	Lait N° 35	Lait N° 36
Température ambiante	27°5	27°7
Filtration	Lait propre	Lait propre
Acidité Dornic	16°	16°5
Thybromol catalase	Coloration : normale	Coloration : normale
Dégagement O	28	41
Alcool alizarine	Coloration : normale	Coloration : normale
pH correspondant	6,4	6,2
Réductase	1 h. 10	2 h. 10
Azurufine	Coloration : bleu lavande	Coloration : bleu lavande
Nombre de germes au cc3	4.500.000	5.000.000
Nombre de colibacilles au cc3	+ 5.000	+ 5.000

	Lait N° 37	Lait N° 38
Température ambiante	27°	27°
Filtration	lait malpropre	lait très malpropre
Acidité Dornic	18°	20°
Thybromol catalase	Coloration : normale	Coloration : normale
Dégagement O	38	42
Alcool alizarine	Coloration : normale	Coloration : normale
pH correspondant	6,6	6,7
Réductase	2 h.	2 h.
Azurufine	Coloration : bleu lavande	Coloration : bleu lavande
Nombre de germes au cc3	4.100.000	6.500.000
Nombre de colibacilles au cc3	+ 5.000	+ 15.000

	Lait N° 37	Lait N° 38
Température ambiante	28°	26°
Filtration	lait propre	lait propre
Acidité Dornic	18°	18°5
Thybromol catalase	Coloration : normale	Coloration : normale
Dégagement O	22	22
Alcool alizarine	Coloration : normale	Coloration : normale
pH correspondant	6,5	6,4
Réductase	2 h. 5	2 h.
Azurufine	Coloration : rose	Coloration : rose
Nombre de germes au cc3	12.000.000	5.250.000
Nombre de colibacilles au cc3	+ 10.000	+ 5.000
Cryoscopie	0,54°	0,54°
Réfractométrie	1.34227	1.35467
Matière grasse	45	46
Densité à 15°	1.031,2	1.033
Lactose	51	49
Cendres	8,5	7,98
Chlorures	1,98	1,76

	Lait N° 39
Analyse biologique	
Filtration	lait malpropre
Acidité Dornic	14°
Thybromol catalase	Coloration verte
Dégagement O	70
Alcool alizarine	Coloration violette
Réductase	5 minutes
Nombre de germes au cc3	14.560.000
Analyse chimique	
Densité à 15°	1.034,5
Matière grasse	29
Extrait dégraissé	92,9
Extrait sec	121,9
Lactose	38,7
Chlorures	2,42
Caséine	35,7
Cendres	9,5
Constante de Bouin	86,3
C. M. S.	67,5
C. M. S. R.	71,70
Constantes physiques	
Cryoscopie	0,55°
Réfractométrie	43,3

Les résultats de l'analyse ci-dessus ne laissent aucun doute, il s'agit bien d'un lait malade, d'un lait de mammite : coloration verte du bleu de bromothymol et violette de l'alizarine, indice catalasique élevé, acidité faible. L'analyse chimique nous montre une teneur élevée en chlorures confirmant la nature pathologique de ce lait, qui doit être déclaré **impropre à la consommation**.

	Lait N° 40	Lait N° 41
Température ambiante	28°2	28°2
Filtration	très malpropre	très malpropre
Acidité Dornic	22°	22°9
Thybromol catalase	coloration : normale	coloration : normale
Alcool alizarine	coloration : normale	coloration : normale
Réductase	2 h. 22	2 h. 1
Nombre de germes au cc3	5.000.000	4.350000

	Lait N° 42	Lait N° 43	Lait N° 44
Température ambiante	27°	27°	27°
Filtration	très malpropre	très malpropre	très malpropre
Acidité Dornic	18°	20°	26°
Réductase	2 h.	2 h. 05	2 h.
Nombre de germes au cc3	2.000.000	600.000	18.000.000

	Lait N° 45	Lait N° 46	Lait N° 47
Température ambiante	26°	26°	26°
Filtration	assez propre	malpropre	malpropre
Acidité Dornic	29°	22°	27°8
Nombre de germes au cc3	17.500.000	12.340.000	13.258.500
Nombre de colibacilles au cc3	+ 15.000	+ 10.000	— 10.000

	Lait N° 48	Lait N° 49	Lait N° 50
Température ambiante	26°	27°	26°5
Filtration	très malpropre	malpropre	malpropre
Acidité Dornic	23°	19°	22°
Nombre de germes au cc3	1.975.000	876.000	11.875.200
Nombre de colibacilles au cc3	+ 5.000	0	+ 5.000

	Lait N° 51	Lait N° 52	Lait N° 53
Température ambiante	27°	27°	27°5
Filtration	malpropre	très malpropre	très malpropre
Réductase	2 h. 15	2 h. 05	1 h 35
Acidité Dornic	25°	21°	22°
Nombre de germes au cc3	10.890.000	7.650.000	4.500.000
Nombre de colibacilles au cc3	0	+ 15.000	+ 20000

	Lait N° 54	Lait N° 55	Lait N° 56
Température ambiante	24°5	24°5	25°
Filtration	très malpropre	assez propre	malpropre
Acidité Dornic	18°	23°6	19°2
Nombre de germes au cc3	350.000	980.000	980.000
Nombre de colibacilles au cc3	+ 30.000	+ 10.000	+ 10.000

	Lait N° 54	Lait N° 55	Lait N° 56
Analyse chimique			
Densité à 15°	1.033,1	1.032,6	1.033,1
Matière grasse	42	44	47,3
Lactose	51	49	55
Cendres	7,1	8,2	5,98
Chlorures	1,45	1,27	1,55
	Lait N° 57	**Lait N° 58**	**Lait N° 59**
Température ambiante	27°	27°	27°
Filtration	assez propre	assez propre	malpropre
Réductase	2 h.	2 h. 1	2 h. 10
Alizarol	normale	normale	normale
	Lait N° 60	**Lait N° 61**	**Lait N° 62**
Température ambiante	28°	28°	28°
Filtration	assez propre	assez propre	assez propre
Acidité Dornic	17°8	19°2	21°8
Réductase	2 h. 05	2 h. 3	2 h.
	Lait N° 63	**Lait N° 64**	**Lait N° 65**
Température ambiante	26°	26°	26°
Filtration	malpropre	malpropre	assez propre
Réductase	2 h. 55	3 h.	2 h. 40

Laits prélevés environ une heure après la traite, avant la mise en vente (analyse bactériologique faite au Laboratoire Officiel du Service de l'Elevage de Casablanca)

N°	Nombre de germes par cc3	Germes liquéfiants	Moisissures	Milieux au vert brillant
1	24.200	2.000	400	0
2	2.280.000	2.400	10.800	200
3	6.765.000	2.000	1.400	3.000
4	152.600	0	400	4.000
5	453.400	800	400	liquéfaction rapide numération impossible
Laits prélevés au magasin de vente : Laits de mélange				
6	11.020.000	640.000	20.000	145.000
7	11.900.000	240.000	40.000	109.000
8	10.720.000	120.000	40.000	109.000
9	7.880.000	20.000	10.000	65.000
10	5.200.000	120.000	10.000	79.000

CONCLUSIONS

Les contributions originales que nous apportons sur le lait au Maroc sont essentiellement les suivantes :

1° Mise au point des méthodes pratiques et rapides de dépistage des laits insalubres ;

2° Examen des constantes physiques et chimiques des laits au Maroc, intérêt pratique de la cryoscopie ;

3° Application et perfectionnement :

a) d'une méthode chimique pour caractériser le lait de brebis dans le lait de vache fraudé ;

b) d'une méthode biologique (recherche des précipitines spécifiques) pour dépister la même fraude.

4° Réalisation de nombreuses analyses de laits marocains.

BIBLIOGRAPHIE

AGASSE-LAFONT (E.). — Les applications pratiques du laboratoire à la clinique.

AICHELBURY (M.). — Recherche et signification des microbes du groupe Coli-aérogènes dans le lait. — *Hygiène Mod.* n° 236, 1934.

ASSMANN (H.) et DEMBROWSKI. — Origine, évolution et traitement d'une épidémie de f. typhoïde provenant d'une laiterie en gros et survenue en sept. 1934 à Koenigsberg. — *Deutsche Méd. Woch.* n°s 9 et 10, 1936.

ADLE (G.). — Contribution à l'étude du dosage du lactose dans le lait. Thèse de doctorat es sciences, Nancy 1931.

BARTHÉLÉMI (G.). — La précipitation spécifique des lactoprotéines comme moyen de contrôle du chauffage du lait. — *Le lait*, n° 208-207, Juillet-octobre 1941.

BESSON (A.). — Technique Microbiologique et Sérothérapique.

BELLE (G.). — La crise du lait au Maroc. — *Le Lait* n° 170 p. 1103, 1937.
— Composition des laits au Maroc et alimentation des enfants. *Le Lait* n° 136 p. 579, juin 1934,
— La tension superficielle du lait de vache. *Le Lait* n° 151, 1936.
— Etat actuel de l'hygiène du lait au Maroc. *Maroc Médical*, n° 180.

BONNET et NEVOT. — Travaux pratiques de bactériologie.

BORDET. — Annales de l'Institut Pasteur, mars 1899.

BOUIN (M.). — Rapport présenté au Congrès de Strasbourg de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences, 26 juillet 1920.
— L'analyse indirecte et le mouillage du lait. *Le Lait*, n° 31, 4ème année.

BOUIN (M.) et GOBERT. — Comptes rendus des séances de la Société de Biologie. Séance du 9 mars 1907. T. LXII, p. 421.

CARNOT (H.) et RAQUET (D.). — Analyses chimiques quantitatives.

CORNALBA. — *Revue Générale du Lait*, n°s 2 et 3, 1908 et n°s 19 et 20, 1909.

CURASSON. — Note sur la composition du lait de vaches africaines et son utilisation dans l'alimentation des enfants et des adultes. *Bull. Sté Path. Exotique*, T. XXVI, 1933, n° 3, p. 536.

CERF (J.). — Etude comparative des principales constantes utilisées pour la détermination du mouillage du lait. *Thèse doctorat sciences*, Nancy, 1932.

CHAVANNES (D.). — Contrôle du lait. Imprimerie Sauberlin et Pfeiffer Vevey.

CHABRUN, GARNIER et GORSE. — Trois cas de brucellose d'origine parisienne. *Sté Méd. des Hôpitaux*, 14 déc. 1934.

CALMETTE, BOQUETET, NÈGRE. — L'infection bacillaire et la tuberculose chez l'homme et les animaux. Masson et Cie, Ed. 1936.

DORNIC (P.). — Le contrôle du lait. J. Baillière et fils, Ed. 1932.

DOPTER et SACQUEPÉE. — Précis de bactériologie.

DAIRE (M.P.). — Les microbes dans l'industrie laitière. J. Baillière, Ed.

DORNER. — La durée de la décoloration à l'épreuve de la réductase est-elle en fonction de la teneur bactérienne du lait. — *Volume jubilaire du professeur Ch. Porcher.*

ENGELSTEIN (B.). — Etude comparative des différentes méthodes d'identification et de numération des colibacilles dans le lait. — *Thèse de doctorat es sciences Nancy* 1938.

ERLICH. — L'importance de l'essai de Tromsdorf dans le lait comme méthode rapide d'analyse. — *Deutsche Molkeret Zeitung*, 1931 n° 32. An. in. *Le Lait*, 1933 n° 125, p. 622.

FONZES-DIACON. — Annales des Falsifications et des Fraudes. 1921 p. 271.

GENIN (G.). — L'identification du fromage de Roquefort. *Le Lait* n° 174,-4-1938

GOUPIL (P.). — Tableaux synoptiques pour l'analyse du lait. J. Baillière Ed.

JANNIN-BOUIN (S.). — Les laits insalubres, leur législation. *Thèse de doctorat en*

KARSEN (A.). — La mesure du pH au service du lait. *Lait* n° 169, nov. 1937. *médecine, Nancy,* 1939.

LATAIX (A.). — Réfractométrie. *Thèse de doctorat vétérinaire.* Lyon 1929.

LANGERON (M.). — Précis de microscopie. Masson Ed.

LECOMTE DU NOUY. — Méthodes physiques en biologie et en médecine. J. Baillière Ed.

LERNER. — Une méthode du titrage du bactérium-coli dans le lait. *Le Lait.* 1935. n° 148, p. 833.

MORET (J.). — Le problème du lait à Lorient. *Thèse doctorat vétérinaire,* Paris.

MANTOVANI (G.). — Méthode pratique pour mettre en évidence l'adjonction du lait de vache au lait de chèvre. *Le Lait,* mars 1938.

M. CASARES LOPEZ. — Identification du lait de chèvre dans le lait de vache. *Bull. Ass. Chim.* mai 1937, n° 5, p. 476.

MONVOISIN. — Le lait et les produits dérivés. Vigot Ed.

MARTIN (Ch.). — Laiterie. J. Baillière Ed.

MATHIEU ET FERRÉ. — *Annales des falsifications et des fraudes,* n° 65, 1914

MASSOT (A.) et LESTRA (A.). — Le dosage des chlorures dans le lait. *Le Lait.* n° 157. Juillet-Août 1936.

MORRES (W.). — Les avantages de l'essai à l'alizarol. Molkereikrts T.L. 1936.

PORCHER (Ch.). — Du chlorure de soduim dans le lait. *Le Lait,* p. 11, 1923.

PETERS (A.). — L'examen de la qualité du lait par l'essai à l'azurufine. *Le Lait* n° 150, 1935.

PIEN (J.) et RACHIMONT (J.). — Sur la recherche du colibacille dans le Lait. *Le Lait,* nov.-déc. 1932, mars, juillet 1935.

PIEN (J.), RACHIMONT ET FILHOL. — Sur la recherche du bactérium-coli dans le lait. *Le Lait,* n° 127 p. 817, 1933.

PERRIN (J.M.) et (P.). — *Guide pratique pour l'analyse du lait.* Baillière, Ed

STOECKLIN. — *Annales des falsifications et des fraudes,* 1911, p. 232.

VELU (H.), ZOTTNER (G.), et BELLE (G.). — Composition des laits et hygiène de la production laitière au Maroc. *Le Lait* n° 136, juin 1934.

WEISSMANN (R.). — Contribution à l'étude de la réfractométrie du lait de vache. *Thèse de doctorat es sciences,* Nancy, 1933.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION 5

CHAPITRE I — *Etat actuel de la production* 6

CHAPITRE II — *Dépistage des laits insalubres par les méthodes de contrôle rapide* 7

CHAPITRE III — *Les constantes physiques et chimiques. Leur utilité pour la détermination du mouillage du lait* 12

Constantes physiques :

La cryoscopie 13

La réfractométrie 20

Le pH en laiterie 23

Constantes chimiques :

Composition du lait des vaches africaines 25

Extrait sec dégraissé ou Constante de Gros 27

C.M.S. et C.M.S.R. 29

Constante de Bouin 30

CHAPITRE IV — *Recherche du lait de brebis dans le lait de vache* 34

Méthode de M. Gasares Lopez 35

Méthode de Giovanni Mantovani .....

Méthode chimique : Recherche des acides volatils solubles et insolubles 37

Méthode immunologique 42

CHAPITRE V — *Analyses* 47

CONCLUSIONS 56

BIBLIOGRAPHIE 57

SECONDE THESE

(Propositions données par la Faculté)

Etude de la neutralisation et des sels doubles
par la méthode cryoscopique

Vu et approuvé :
Le Doyen de la Faculté des Sciences,
L. ROYER

Vu et permis d'imprimer
Alger, le 10 Juin 1942
Le Recteur de l'Académie d'Alger
G. HARDY